

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2001-509643
(P2001-509643A)

(43) 公表日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68	F
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	A

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願2000-502425(P2000-502425)
(86) (22) 出願日 平成10年6月18日 (1998.6.18)
(85) 翻訳文提出日 平成12年1月11日 (2000.1.11)
(86) 国際出願番号 PCT/US98/12239
(87) 国際公開番号 WO99/02996
(87) 国際公開日 平成11年1月21日 (1999.1.21)
(31) 優先権主張番号 08/890, 816
(32) 優先日 平成9年7月11日 (1997.7.11)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), IL, JP, KR, SG

(71) 出願人 ジェンマーク・オートメーション
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94089・サニーヴェール・カリビアン・ド
ライブ・310
(72) 発明者 ジェンコ・ジェノフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
95120・サン・ホセ・グレイストン・レー
ン・19173
(72) 発明者 アレキサンダー・トドロフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94086・サニーヴェール・ベルナルド・ア
ベニュー・#14・165
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外7名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数ポイント位置走査システム

(57) 【要約】

フラットパネルディスプレイや半導体ウェハといったような基板の空間内における向きを決定するのに好適な複数ポイント走査システムである。基板は、ウェハキャリア内に配置することができ、本発明のシステムは、キャリアの位置を決定することができる。これにより、配置ロボットに対してキャリアの位置を教えることができ、校正を行うことができる。ロボットアーム構造200は、アーム220の一端に配置された走査用先端エフェクタ210を備えている。先端エフェクタ210は、蹄鉄タイプの先端エフェクタ構造230を有した第1端部232と、前方センサ構造240を有した第2端部242と、を備えている。

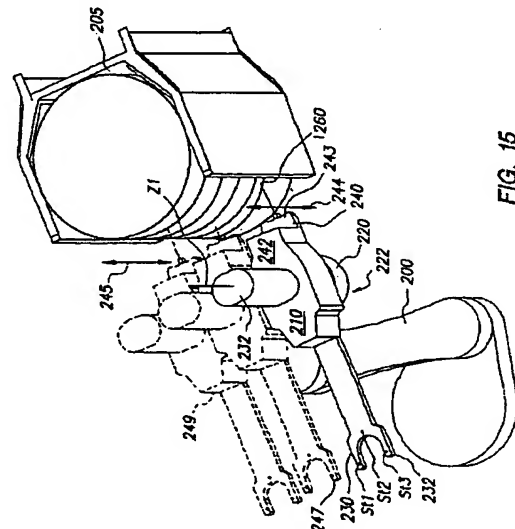


FIG. 15

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板ホルダ内における基板の位置を検出するためのシステムであって、

各ポイントがX-Y-Z座標を有しているような、空間内における基板の少なくとも3個のポイントを検出するための検出手段と；

基板の前記3個のポイントを検出するための前記検出手段に関連して、基板キャリア内における基板の位置を制御するための制御手段と；
を具備することを特徴とするシステム。

【請求項2】 空間内における基板の位置を決定するために、第1データポイントと第2データポイントと第3データポイントとを検出するための方法であって、

基板の第1エッジを決定し得るよう、鉛直方向位置センサおよび水平方向位置センサを使用して、走査を行い；

前記の第1データポイントと第2データポイントと第3データポイントとを決定し得るよう、水平方向位置センサを使用して、走査を行う；
ことを特徴とする方法。

【請求項3】 基板ホルダ内における基板上の位置に関して少なくとも3個のポイントを検出するための装置であって、

第1軸に沿った方向における基板位置を表す少なくとも第1データポイントを決定し得るよう鉛直方向に配向して設置された第1センサと；

前記第1軸に沿った所定ポイントに基板が存在しているかどうかを決定するために、第2軸方向において検出を行うことによって基板位置を表す少なくとも第2データポイントを決定し得るよう水平方向に配向して設置された第2センサと；

を具備することを特徴とする装置。

【請求項4】 請求項3記載の装置において、

前記第1センサおよび前記第2センサが、走査手段上に取り付けられており、この走査手段が、この走査手段を3次元空間内に配置するための配置手段を備えていることを特徴とする装置。

【請求項5】 請求項3記載の装置において、

前記走査手段が、前記第1軸に沿ったデータポイントを検出するためのセンサを備えていることを特徴とする装置。

【請求項6】 請求項5記載の装置において、

前記第1軸に沿った位置に関してのデータポイントを検出するための第3検出手段を備えていることを特徴とする装置。

【請求項7】 先端エフェクタであって、

第1軸に沿った方向における基板の位置データポイントを検出するための前方センサを有した第1端部と；

第2軸に沿った方向における基板の第2データポイントを検出するための鉛直方向センサを有した第2端部と；

前記先端エフェクタを3次元空間内に配置するための配置手段と；

前記先端エフェクタを前記配置手段上において回転可能に設置するための手段と；

を具備することを特徴とする先端エフェクタ。

【請求項8】 走査システムであって、

第1軸に沿った方向における基板位置に関するデータポイントを検出し得る少なくとも1つのセンサを有した先端エフェクタと；

第2軸に沿った方向における基板位置に関する少なくとも1つのデータポイントを検出するための検出手段を有したプロセスチャンバと；

を具備することを特徴とする走査システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばウェハキャリア内における半導体ウェハ基板といったようなキャリア内における基板の、あるいは、前置処理装置内におけるフラットパネルディスプレイといったような基板の、検出および取扱いに関するものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

半導体ウェハやフラットパネルディスプレイといったような様々なタイプの基板を、一連の製造工程にわたって取り扱うために、自動化ロボットによる配置システムが使用される。例えば半導体ウェハは、例えばSMIFポッドや他のハウジングといったようなウェハキャリア内に収容され、個々のウェハ処理ステップにおいて、様々な装置間にわたってあるいは単一の装置内においてロボットやロボットアーム構造（Z軸方向配置用の昇降手段を備えることができる）によって配置される。例えばフラットパネルディスプレイは、静的なものとされたあるいは1つまたはそれ以上の方向において可動とされた前置処理装置内に配置される。

【0003】

それら基板の処理に際して発生する1つの問題点は、様々な処理ステップどうしの間にわたっての、キャリアからのあるいは前置設定装置からの基板移動を可能とするための、基板の駆動位置の検出である。この明細書においては、「駆動位置」とは、空間内における対象物（基板またはウェハ）の位置および向きのことを意味する。空間のフィールド内におけるウェハの検出に関する原理は、カセット内における半導体ウェハの検出に限定されるものではなく、前置装置やチャンバやを使用した任意の材料製造工程においても、また、例えばSMIFポッドといったような搬送カセットにおいても、有効である。

【0004】

実際、キャリア自体が搬送される場合には、処理に際して、キャリアの位置に関する情報も必要である。典型的には、キャリアの位置は、キャリア／基板と

ロボットとの間の相対位置関係を適正なものとするために、ロボットの手動調整（手動による場合も、ソフトウェア命令による場合もある）によって、システムに対して「知らされ」なければならない。通常、基板ホルダ内における基板の位置は、基板の既知位置によって決定される。キャリアの位置は、手動によって適正位置にまでロボットアームを移動させ、そこが基準位置であることをロボットに対して知らせることによって、ロボットに対して「教えられる」。基準位置においては、アームの座標、連結体の座標、および、ロボットのモータの座標が、記録される。現在のところ、キャリアとロボットアームとの間の相対位置関係が教えられたときに、ウェハキャリアの位置（X、Y、Z）が設定されるだけであり、空間内における向きは設定されない。

【0005】

従来の処理システムにおいては、キャリア内におけるウェハまたは基板の存在だけが、自動化走査方法によって決定される。ウェハキャリア内におけるウェハの存在の決定は、従来方法においては、センサを使用することによって行われていた。典型的には、ウェハ走査は、ロボットの先端エフェクタの1つに取り付けられた光学センサを使用して行うことができる。図1および図2には、2つの典型的なセンサ構成が、先端エフェクタ32上に取り付けられたセンサ30として示されている。

【0006】

典型的なセンサは、発光手段としての発光ダイオードやレーザーと、これらダイオードやレーザーから放出されるビームを検出するための対応検出器と、を備えている。先端エフェクタ上におけるセンサのタイプや数は、様々に変更することができ、また、センサ読取方式も様々に変更することができる。

【0007】

有効であるためには、すべての検出方式は、ウェハまたは基板の1つまたは複数の特徴点（平面またはマーカー）の判別によって、また場合によっては、位置参照のために保持デバイス内に正確に配置される参照用基板をなすエタロン（Etalon）基板の1つまたは複数の特徴点（平面またはマーカー）の判別によって、空間内における基板または基板ホルダの位置を決定しなければならない。

【0008】

従来の走査システムにおいては、走査の目的は、ウェハの存在および適正な配置のための、ウェハキャリアのポケットを検査することであった（ウェハは、ホルダ内において、適正挿入と、スロットにまたがった挿入と、突出と、という少なくとも3つの配置でもって保持され得る）。この走査作業は、ロボットアームがカセット前方において走査移動を行う場合には、センサを有した先端エフェクタによって、行うことができる。図3に示すように、ウェハ22, 23, 24は、走査部材104によって見つけることができる。これに対して、空のポケット25は、検出されることはない。典型的には、ポケットの高さは、その工程において既知のものであって、空のポケットを検出することができる。

【0009】

従来のシステムにおいては、基板ホルダ内の基板の存在から認識された際の3次元空間内におけるウェハの実際の位置および向きは、走査システムでは決定することができなかった。

【0010】

図4は、発光ダイオード(LED)と光検出器(光トランジスタ)とからなる典型的なセンサを示すブロック図である。光伝達システムは、単一ビーム走査タイプの構成において、光ファイバをベースとしている。図に示すように、LED40は、ウェハのまたは他の被検出基板の表面44によって反射されることとなる放射波42を放出する。反射された波が光検出器46によって検出されて、第1データポイントがもたらされる。

【0011】

センサがウェハの近傍に移動したときには、ウェハのエッジは、LEDから放射された光ビームを反射する。反射されたビームの一部が、光検出器によって受光される。信号は、検出システムによって検出され（捉えられ）、ホルダ内のポケットは、充填されているものとしてマークされる。本明細書においては、「ポケット」とは、ウェハキャリア内におけるまたは他の装置内における、ウェハまたは基板の保持に適した任意の空間のことである。

【0012】

公知の走査手法においては、走査移動は、キャリアまたは保持構造の底部を起点とし、構造の上部に向けて移動する。走査プロセス時には、センサは、所定の軌跡に沿って移動する。走査モードに応じて、軌跡は、2つのタイプとすることができる。1つは、「高速」走査として公知のものであって、カセットの前方側において直線に沿って先端エフェクタが上下移動するタイプのものであり、他は、「低速」走査として公知のものであって、先端エフェクタがステップ的に上昇するとともに各ポケット内へと先端エフェクタが前方移動するタイプのものである。与えられた構造を走査するための移動経路は、ポケット数やピッチ（ポケットどうしの間の間隔として定義される）といったステーションパラメータに依存し、また、走査モードや走査開始位置に依存する。ポケット数およびピッチは、ロボットに対しての教育工程時に各ロボットに対して教えなければならない。走査モードにおける走査開始位置については、ロボットの使用者が選択することができる。

【0013】

基板ホルダ内における基板位置が、走査の実行方法に影響を与えるものであることは、容易に理解されるであろう。ホルダポケット内における基板の、存在に関しての情報と状況に関しての情報との双方が、走査の実行によってもたらされなければならない。走査時には、基板位置は、基板挿入と基板の向きとに関して、確かめられる。

【0014】

例えば、半導体ウェハ基板の適正挿入に関しては、ウェハは、ウェハホルダ内において、少なくとも3つのタイプの向きを有している。すなわち、適正に挿入された状態と、複数のスロットにまたがって挿入された状態と、突出した状態と、を有している。複数のスロットにまたがって挿入されたウェハや、キャリアに対して不適切に挿入されたウェハは、隣接した2つのまたはそれ以上のポケットを占有することとなる。図5は、ウェハキャリア内において複数のスロットにまたがって挿入されたウェハ50と、他の保持構造と、を示している。典型的には、従来の走査システムにおいて利用可能な一組の走査命令を使用すれば、互いに隣接した複数のポケットを占有しているスロット跨ぎウェハを、自動的に検出す

ることができる。互いに隣接した2つまたはそれ以上のポケットを占有しているスロット跨ぎウェハの検出のためには、付加的な計算を、ホストソフトウェアによって行わなければならない。検出が行われた時には、スロット跨ぎウェハを有したキャリアは、手動労力の介入を必要とする。つまり、ロボットは、自動的にスロット跨ぎウェハを修正することができない。以後、本明細書においては、「スロット跨ぎウェハ」という用語は、隣接した2つのポケットを占有しているウェハとして定義される。

【0015】

突出状態とされたウェハの例が、図6に示されている。突出ウェハとは、キャリア内に完全に挿入されていないウェハのことであって、図6に図示されているように、ロボットアームの走査移動に関しての障害物となり得る。

【0016】

ウェハが1つまたは複数の「平坦部」を有している場合には、ウェハの向きは、半導体ウェハにおいて非常に重要である。「平坦部」は、半導体ウェハにおいては共通のものであって、平坦部を除いては円形とされたウェハに形成された直線状エッジのことである。複数の特徴箇所には設けられた平坦部の向きは、走査パラメータの調整時に考慮されるべきである。ウェハまたは基板が大きすぎてウェハのエッジとウェハの他の部分との間に位置ズレが起こり得る場合に、複数の「平坦部」が形成される。複数の平坦部を有したウェハを走査する場合には、少なくとも4つの問題点がある。つまり、ウェハの位置ズレ、ウェハの傾斜、直径の損失、走査ビームの向き変更、という問題点がある。

【0017】

図7A～図7Cは、平坦部付きのウェハを示しており、保持構造80内におけるウェハの、X-Y軸に関しての位置ズレの発生を示している。図7Aは、ウェハホルダ内に保持された、平坦部のないウェハ70を示している。完全に挿入されたウェハ70のエッジのうちの2カ所が、それぞれ、ウェハホルダ80の一部に対して当接し、これにより、ウェハ70は、ホルダ80内において中心合わせされる。すなわち、ウェハホルダ80の中心点が、ウェハ70の中心点と一致する。図7Bにおいては、X軸方向の位置ズレが起こっている。ウェハに平坦部7

3が存在する場合には、ウェハ71は、ウェハキャリア80の一方の挿入ストッパに対して平坦部73が接近するような向きとされ、ウェハは、その一方の挿入ストッパに向けて変位する。この変位によって、図7Bや図7Cに示すようなウェハの位置ズレ(dx 、 dy)が引き起こされる。

【0018】

ウェハに平坦部が存在する場合において、平坦部がポケットの中心線に対して平行な向きである時には、ウェハ71は、一方の側壁に向けて変位する、および／または、傾斜する。図8に示すように、この場合のウェハの変位は、 dx というX軸方向の変位を引き起こす。また、ウェハの傾斜は、 dz というZ軸方向の変位を引き起こす(図7A、8A、8Bに示されている)。

【0019】

ウェハの平坦部が走査用先端エフェクタに対して直交する場合には、別の問題点が存在する。図9に示すように、ウェハの平坦部75が走査用先端エフェクタ82に向けて配向している場合には(すなわち、平坦部が、先端エフェクタの中心線に対してほぼ垂直である場合には)、走査用先端エフェクタ82とウェハの平坦部75との間の間隔が、大きくなる。この場合には、大きくなった間隔のために、ウェハの検出が困難になるという問題が発生する。

【0020】

同様に、平坦部76の向きが先端エフェクタ82に対して垂直でない場合にも、問題が発生し得る。図10は、平坦部が走査用先端エフェクタの方を向いているものの先端エフェクタの中心線に対して垂直ではないような例を示している。ビームが受光手段に向けて反射されたにしても、光検出器は、LEDまたは他のセンサから放射されさらに反射された光を受光することができない。この問題点は、走査部分の設定を適切なものとすることによって避けることができる。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明は、概略的に説明すれば、フラットパネルディスプレイや半導体ウェハといったような基板の空間内における向きを決定するのに好適な複数ポイント走査システムである。半導体ウェハやフラットパネルディスプレイといったような

基板は、ウェハキャリア内に配置することができ、本発明のシステムは、キャリアの位置を決定することができる。これにより、配置ロボットや他の機構に対してキャリアの位置を教えることができ、校正を行うことができる。キャリア内に基板があるかどうかしか決定できなかったような従来技術とは異なり、本発明によるシステムは、走査によって得られたデータを使用して、空間内における基板の向き（配向）を決定することができる。この情報は、基板を回収するための配置ロボットに対して供給される。ある実施形態においては、基板の鉛直方向（Z軸方向）位置と向きとが、決定される。いくつかの実施形態においては、上方走査センサを使用することによって、ウェハまたは基板のX-Y座標を決定することができて、ウェハの実際の位置が計算される。

【0022】

ある実施形態においては、システムは、二重ビーム式のパドルタイプの走査用先端エフェクタを具備しており、この先端エフェクタは、第1および第2発光手段と、対応した第1および第2検出器と、を備えている。本発明による先端エフェクタは、前方走査センサを有した第1端部と上方走査センサを有した第2端部とを備えてなる先端エフェクタ構造とすることができる。走査用先端エフェクタは、全方位配置アームといったようなロボットアームを挿通して延在するZ軸回りに回転することができる。これにより、走査用先端エフェクタは、ウェハホルダと基板との双方に対して配置される。

【0023】

さらなる実施形態においては、走査用先端エフェクタは、センサフレームに対して連結された背部設置走査センサと共に使用することができる。センサフレームは、Z軸に沿って配置することができる。この場合、先端エフェクタは、そのフレームと係合することができて、先端エフェクタの走査移動と同期させてそのフレームをZ軸に沿って移動させることができる。

【0024】

代替可能な実施形態においては、走査用先端エフェクタは、1つの、2つの、または、3つの、前方向きセンサと、少なくとも1つの背部センサと、を備えている。

【0025】

本発明のさらに他の実施形態においては、チャンバ内においてまたは前置装置内において、 $X-Y$ 平面内における3つの異なる位置でもって3つのセンサが設置される。これにより、前置処理装置内における基板またはウェハの Z 座標を検出することができる。この場合、前置処理装置は、昇降手段や全方位配置型昇降手段上に配置することができる。システムは、1つ以上の鉛直方向検出センサを有したロボットアームまたは全方位配置型ロボットアームと協働して使用することができる。

【0026】

上記各機械的实施形態は、1つまたは複数の高速または低速走査アルゴリズムによって使用することができる。本発明の高速走査アルゴリズムにおいては、先端エフェクタは、基板ホルダの前縁に対して平行な鉛直方向経路に沿って移動する。低速走査アルゴリズムにおいては、ウェハホルダ内に収容された基板の下方へと先端エフェクタを配置するために、ウェハキャリアの既知ピッチが使用される。先端エフェクタは、その後、各基板の下方において基板間に挿入され、各基板の表面が走査される。基板の $X-Y$ 座標を決定するために、低速走査アルゴリズムにおいて使用されてるのと同様の走査移動を行うような他のアルゴリズムを使用することができる。

【0027】

本発明は、従来必要とされていたような例えば半導体基板やフラットパネルディスプレイといった基板の配置に際して行われる校正プロセスおよび教育プロセスを、自動化できるという利点をもたらすことができる。さらに、本発明は、3次元空間内における基板の向きを自動的態様でもって決定し得るような、効率的かつ新規な手段を提供する。この情報は、ウェハや基板を取り扱うための配置ロボットによって活用することができる。このことは、有利には、従来技術においては不可能であったような、「スロット跨ぎ」ウェハの処置を、可能とする。

【0028】

本発明の上記利点および他の利点は、以下の説明を参照することにより、当業者には明瞭となるであろう。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について、本発明の格別の実施形態を参照して説明する。本発明の目的、特徴点、および、利点は、以下の説明と添付図面とを参照することにより、明瞭となるであろう。

【0030】

図1および図2は、従来技術による、それぞれ単一ビーム式およびダブルビーム式の、走査用先端エフェクタを示す平面図である。

図3は、ウェハの存在または欠落を検出するための、従来技術による走査方法を示す斜視図である。

図4は、ウェハの位置を検出するための、従来技術による光学センサの構成を示す平面視を交えたブロック図である。

図5は、カセット内におけるスロット跨ぎウェハを示す端面図である。

図6は、走査用先端エフェクタを示す側面図であって、先端エフェクタがカセット内の突出ウェハに対して干渉するという潜在的問題点を示している。

図7A～図7Cは、平坦部を有したウェハの、問題点を有した配置状況を示す平面図である。

図8Aおよび図8Bは、平坦部を有したウェハの、鉛直方向に問題点を有した配置状況を示すそれぞれ平面図および側面図である。

図9は、平坦部を有したウェハ基板に関連した直径損失という問題点を示す平面図である。

図10は、平坦部を有したウェハの走査に関連した光ビーム散乱という問題点を示す平面図である。

図11Aおよび図11Bは、単一ビーム式先端エフェクタの2つの異なる構成を示す図である。

図12A～図12Cは、光散乱という問題点に対処し得るようにしてウェハ基板を走査する先端エフェクタを示す図である。

図13A～図13Cは、走査用先端エフェクタを示す平面図であって、蹄鉄型の走査用先端エフェクタによる走査が不適切に行われる様子を示している。

図14は、本発明によるダブルビーム式走査用先端エフェクタを示す図である。

図15は、本発明による走査装置の第1実施形態を示す斜視図である。

図16は、本発明による走査装置の第2実施形態を、処理中のカセットおよびウェハに関連して示す斜視図である。

図17は、本発明による走査装置の第3実施形態を、カセットおよび本発明によるウェハシステムに関連して示す斜視図である。

図18Aおよび図18Bは、図17に示す実施形態の第1の代替例を示すそれぞれ平面図および側面図である。

図19Aおよび図19Bは、図17に示す実施形態の第2の代替例を示すそれぞれ平面図および側面図である。

図20は、図17に示す走査装置を反対側から示す斜視図である。

図21は、本発明による走査装置の第4実施形態を示す斜視図である。

図22は、部分的に半導体ウェハが収容されているウェハカセットを示す側面図であって、本発明において使用される高速走査アルゴリズムに従った走査用先端エフェクタの移動を示している。

図23は、本発明による高速走査アルゴリズムを示す図である。

図24は、高速走査アルゴリズムによる結果を示す表である。

図25は、本発明による高速走査アルゴリズムによって見出されたポケット数に対しての、走査基板のZ軸位置を示すグラフである。

図26Aおよび図26Bは、本発明において使用される高速2回走査アルゴリズムの適用例を示す側面図であって、図26Bは、図26Aに図示されたウェハの近傍における先端エフェクタを拡大して示す図である。

図27は、ウェハカセットと先端エフェクタとを示す側面図であって、本発明による低速走査アルゴリズムにおける先端エフェクタの動きを示している。

図28は、先端エフェクタとウェハカセットとカセット内のウェハとを示す平面図であって、本発明による低速走査アルゴリズムにおけるビーム検出を示している。

図29は、全方位配置型ロボットと全方位配置型昇降手段とを示す側面図であ

って、本発明の走査システムによる固定チャンバ内にまたは処理チャンバの前置装置内にセンサを配置するための代替例を示している。

図30は、図29におけるロボットと昇降手段とを部分的に示す平面図であって、図29におけるセンサの構成を示している。

図31は、図29における本発明の代替例を示す側面図であって、与えられた基板の偏向を決定するために、レーザービームと電荷結合デバイス製検出器とが使用されている。

図32は、正確に配置されたウェハをセンサが検出することができるようなZ軸方向の位置を拡大して示す側面図である。

【0031】

本発明は、例えばウェハキャリアといったような保持構造内におけるあるいは他の保持構造内における基板を走査するための、システムおよび装置に関するものである。共に係属中の特許出願第08/661,292号および第08/788,898号に記載されているような全方位配置型ロボットが開発される以前においては、配置ロボットは、3次元内におけるウェハキャリアの不適切配置を補償することはできなかった。しかしながら、補償を行うためには、制御システムは、キャリアの位置を知らなければならない。現在のところ、キャリアの位置は、教育工程においてシステムに対して知らされる。教育工程においては、手動によってあるいはロボット移動命令を使用することによって、キャリア内における適正位置へとロボットアームを調節することができる。本発明による装置および手法においては、教育工程は、自動走査手順および決定手順を行うことによって、自動化することができる。このことは、試行錯誤的な時間のかかる教育工程を排除し、教育工程時にシステムに対して不適切なデータが入力されるという使用者に基づくエラーを排除する。

【0032】

さらに、本発明によるシステムは、複数の教育工程の必要性を排除する。一般に、従来の教育工程において入力されるデータは、教えられるべきキャリアに対してのみ成立するデータでしかない。作業工程時にキャリアを交換した時に、新たなキャリアの位置が、Etalonキャリア（すなわち、参照用キャリア）の位置と

常に一致するわけではない。教育後においては、ロボットは、状況の変化に適合することができない。本発明によるシステムおよび装置を使用すれば、自動化教育システムは、多岐にわたる様々なタイプの作業モジュールに適応することができる。

【0033】

先端エフェクタの構成

図11Aおよび図11Bは、本発明のシステムにおいて使用するための2つの走査用先端エフェクタ100、102を示している。本発明における走査用先端エフェクタは、いくつかの異なるタイプに分類することができる。つまり、単一ビーム式の先端エフェクタと、ダブルビーム式の先端エフェクタと、3重ビーム式の先端エフェクタと、に分類することができる。単一ビーム式の先端エフェクタというグループ内においては、蹄鉄形の先端エフェクタ100とパドル形の先端エフェクタ102という2つのタイプのものが存在する。

【0034】

図11Aは、蹄鉄形の単一ビーム式先端エフェクタ100を示している。この先端エフェクタ100は、ポケット内に正常に挿入されたウェハの存在をX軸に沿って検出するための前方センサ(F. S.)と、鉛直方向において先端エフェクタに対して干渉するような突出ウェハを(Z軸に沿って)検出するための上方センサ(T. S.)と、を備えている。

【0035】

図11Bは、パドル形の単一ビーム式先端エフェクタ102を示している。この先端エフェクタ102は、パドル上の同一箇所に、上方センサ(T. S.)と前方センサ(F. S.)とを備えている。蹄鉄形の先端エフェクタ100においては、上方センサと前方センサとは、互いに位置をずらせて、かつ、先端エフェクタの中心線(中央線)から位置をずらせて、配置されている。パドル形の先端エフェクタ102においては、上方センサに関しても前方センサに関しても、先端エフェクタの中心線(中央線)から、位置がずらされていない。一般に、パドルタイプのセンサの走査パラメータの調整は、ずっと容易であって、得られる走査性能は、蹄鉄タイプの先端エフェクタよりも良好である。蹄鉄タイプの先端エ

フェクタは、ビーム散乱を起こす可能性があり、場合によっては、突出ウェハの検出に信頼性を欠くこともある。

【0036】

蹄鉄形の先端エフェクタを使用して基板を検出する場合に起こり得るエラーの一例が、図12Aに示されている。蹄鉄形の先端エフェクタ120の長さ方向軸122がウェハの中心線（中央線）を通過している場合には、図12Aに示すように、走査ビーム124は、光検出器から離れる向きへと、ウェハのエッジによって反射される。この問題点は、前方センサ（F. S.）が図12Cに示すようにウェハキャリアの中心を向くまで、アーム126を図12Bに示すように回転させることによって、避けることができる（回転方向が時計方向であるか反時計方向であるかは、前方センサが左側に取り付けられているかまたは右側に取り付けられているかに依存することは、理解されるであろう）。

【0037】

ウェハキャリア内における突出ウェハの検出に際して起こり得る他のエラーの例が、図13に示されている。たいていの場合、突出ウェハは、走査用先端エフェクタの上方センサによって検出される。しかしながら、図13に示すように、蹄鉄形の先端エフェクタ130とウェハ134との間のある特殊な相対位置関係においては、突出ウェハが上方センサによって検出されないことが起こり得る。図13Aは、完全に挿入されたウェハを示している。このようなウェハは、上方センサによって検出されず、これはこれで良い。同様に、図13Bは、蹄鉄形の先端エフェクタに取り付けられている上方センサによって適切に検出可能な突出ウェハを示している。しかしながら、先端エフェクタ130が、突出ウェハ134aに対して、図13Cに示すような相対位置関係である場合には、ウェハ134aを検出することができない。そのため、上方移動する先端エフェクタ130と突出ウェハ134aとが衝突することになってしまう。この問題点は、走査アルゴリズムの項で説明するような低速走査方法を選択することによって、避けることができる。

【0038】

図14は、本発明によるパドルタイプの先端エフェクタ140の実施形態の例

を示しており、この先端エフェクタ140は、ダブルビーム式の走査用先端エフェクタである。ダブルビーム式の走査用先端エフェクタは、ウェハの位置および向きにかかわらず、高速かつ信頼性の高いウェハ保護をもたらす。2つの矩形形状光源と2つの光学センサとによって、平坦部やノッチが任意に形成されているすべてのサイズのウェハが取り扱われる。対称配置された前方センサ142, 144が、前面148の両側方エッジに配置されている。前面148は、先端エフェクタ140の中心線145のところにおいて所定角度でもって接続する第1交差面147と第2交差面149とを備えている。この場合の接続角度は、ウェハが平坦部を先端エフェクタに向けて配置されたときに前方センサの位置が信頼性高い動作を保証し得るような位置であるように、選択される。理想的には、この接続角度は、各前方センサがウェハまたは基板の中心点を向くように、選択される。この接続角度は、走査されるべきウェハの直径に応じて、変更される。上方走査センサ126が、突出ウェハの向きにかかわらず突出ウェハとの衝突回避をもたらし得るよう、中央面148に配置されている。図14に示す先端エフェクタ140は、3インチ(76.2mm)~300mm直径というサイズのすべてのウェハを走査することができる。さらに、従来技術による先端エフェクタに対しての、図14に示す先端エフェクタ140の相違点は、2つの前方走査部材どうしの間の離間間隔が比較的大きく、使用対象をなすウェハのサイズに対して最適化されていることである。

【0039】

複数ポイント走査装置

ウェハ保持デバイス内におけるウェハの向きおよび位置の決定は、センサを使用しての、空間内における少なくとも3ポイントにおけるウェハエッジの検出をベースとしている。この決定における変更可能パラメータとしては、ハウジングまたは前置装置内における先端エフェクタ上での、センサの配置や構成や数があり、および／または、後述のように、特定のフレーム上に設置された際の、センサの配置や構成や数がある。

【0040】

図15~図20は、先端エフェクタ上における様々なセンサ構成を示している

。センサ取付フレームを使用するような付加的な実施形態が示されていて、このような実施形態は、本発明における図15の走査用先端エフェクタにおいて使用するのに好適なものである。

【0041】

図15には、ロボットアーム構造200が示されている。このロボットアーム構造200は、アーム220の一端に配置された走査用先端エフェクタ210を備えている。アーム構造200は、従来技術に関して上述した任意のロボットアーム構造とすることができ、特に、共に係属中の特許出願第08/661, 292号および第08/788, 998号に記載されているようなアーム構造とすることができる。このようなアーム構造は、特許出願第08/661, 292号および第08/788, 898号に記載されている全方位配置型ロボットに関連して使用され、このようなアーム構造に対して、先端エフェクタ210や本明細書におけるすべての他の実施形態における先端エフェクタが付設される。特許出願第08/661, 292号および第08/788, 898号に記載されているような全方位配置型ロボットと組み合わせて使用されたときには、本発明によるシステムは、任意の処理応用において好適である。

【0042】

先端エフェクタ210は、蹄鉄タイプの先端エフェクタ構造230を有した第1端部232と、前方センサ構造240を有した第2端部242と、を備えている。回転モータ232は、アーム220の第1端部222内において、先端エフェクタ構造210をZ軸回りに回転させることができる。第1端部232における蹄鉄形先端エフェクタ230は、Z軸に沿っての検出を行うための、上方センサST1, ST2, ST3を備えている。前方センサ243が、先端エフェクタ構造210の第1端部240に配置されている。センサST1~ST3は、ウェハまたは基板の存在有無を決定可能であるような単純な取込型（ラッチ型）検出器とすることができ、あるいは、ミネソタ州 Minneapolis, Honeywell Plaza の Honeywell 社から入手可能な近接型検出器とすることができる。図15は、単一前方センサ構造を使用した場合に、前端240をウェハに対しての3つの位置とすることによって、与えられた特定ウェハの空間位置を決定する3つのデータポ

イント（空間内におけるX座標、Y座標、Z座標）を決定することを示している。図15に示すように、矢印244のように鉛直方向をなすZ方向における第1位置において、先端エフェクタは、ウェハホルダ205内の例えばスロット跨ぎウェハ260に関しての（X軸に沿っての）第1前方対向データポイントを検出する。破線で示されているような第2位置247においては、スロット跨ぎウェハの第2ポイントを検出し、（同様に破線で示されているような）第3位置249においては、矢印245で示す方向に沿って、スロット跨ぎウェハ260の第3ポイントを決める。

【0043】

図15に示す実施形態においては、先端エフェクタ構造210の端部230における上方センサは、様々なタイプのウェハまたは基板に関して、大きなウェハの捻れを検出するために使用することができる。単純な取込型センサ（存在認識センサ）が使用されているような実施形態においては、ウェハエッジのZ軸方向位置が既知とされさらにウェハのサイズが既知とされた時には、2つまたはそれ以上のエッジポイントを使用して、基板の（X-Y平面内における）中心点を決定することができ、ロボットによって、先端エフェクタを、X-Y平面内において中心点に位置させることができる。センサの駆動距離が一定であるときには、端部230は、センサがデータ取込を行うまで、基板の中心点に向けて移動することができる。モータまたは先端エフェクタを制御しているロボットの先端エフェクタの配置手段の一部を使用して、基板のZ軸方向の偏向を決定することができる。これに代えて、センサからの実際の離間距離を測定可能であるような上方センサを使用することができ、また、基板の表面にわたっての走査を行うことによって、基板の偏向特性を決定することもできる。

【0044】

図15に示す装置は、単一センサによる3点走査アルゴリズムを示している。図15の装置に関して使用可能な走査アルゴリズムの例については、後述する。図15に示すような両端構造の1つの利点は、上方センサの第1端部取付構成が、単一の位置におけるウェハ全体の走査を可能とすることであり、したがって、蹄鉄形端部を、後述の低速走査モードで使用可能であることである。

【0045】

代替可能な実施形態（図示せず）においては、例えば図14のような先端エフェクタを、装置210の第2端部に配置することができる。この構成においては、図15のように両端部にセンサを配置する必要がない。

【0046】

図16は、本発明の装置のさらに他の実施形態における、3個の前方センサを有した先端エフェクタ構造310を示している。図16においては、先端エフェクタ310の第2端部340に、3個の前方センサ312、314、316が配置されている。先端エフェクタ構造310は、構成的には図15に示す構造210と同様であって、構造210の場合と同様にして、蹄鉄形構成部分に配置された上方センサST1、ST2、ST3を備えている。構造210と同様に、構造310は、Z軸回りに回転可能とされており、任意のロボットアームや昇降構造に対して取付可能である。端部340に沿って所定幅にわたって配置された3個のセンサを使用することによって、矢印244によって示された方向に沿った単一経路だけにより、ウェハ保持構造205内のウェハの3ポイントを決定することができる。図16に示すスロット跨ぎウェハは、本明細書の走査アルゴリズムの項において後述するようにして、空間内において3ポイントを決定することによって、検出することができる。従来技術における、2本のビームを使用した走査システムにおいては、2個のセンサが、ハードウェア手段によって連結されていた。制御システムに対しては、従来技術によるそのような2重ビームシステムは、単一ビーム走査機構として機能したときにのみ、信頼性があった。本発明による先端エフェクタにおいては、各前方センサが独立に動作し、個別のデータポイントを決定する。

【0047】

図17は、本発明の装置のさらに他の実施形態を示しており、この場合、先端エフェクタ410は、可動センサフレーム450に対して取り付けられた単一の背部センサ424と協働する単一の前方センサ412を備えている。センサフレーム450は、ウェハホルダ205（または他の保持構造）の周囲に配置され、背部センサ424は、このフレーム構造450に対して取り付けられている。

【0048】

フレーム構造450は、様々な実施形態におけるキャリア205に対して配置することができる。図18Aおよび図18Bは、図17に示す手法の一変形例を示すそれぞれ平面図および側面図であって、図18Aおよび図18Bにおいては、図17における単一センサに代えて、2つの前方センサを備えた先端エフェクタ410aが使用されている。図に示すように、背部センサ424およびセンサフレームは、必要であれば、Z軸方向に沿ったフレームの昇降移動を可能とする直線状レール460上に設置することができる。図18の実施形態においては、直線状レール460は、例えばワークステーションやエレベータといったような不動ベースに対して取り付けられる。フレームは、ウェハ保持構造205を囲むようにして配置され得るような形状とされる（図18Aにおいては、平面視においてC字形状とされている）。背部センサが基板に対して直線状視野を有する限りにおいては、フレーム450の厳密な形状は、重要ではない。先端エフェクタ410、410aは、必要に応じてフレームの当接面455においてフレーム450に対して係合し得るよう配置された、当接面454を備えている。これにより、先端エフェクタ410、410aは、所定位置に移動可能であるとともに、必要に応じて、センサフレームを昇降させることができる。背部センサ構造の代替可能な実施形態が、図19Aおよび図19Bに示されている。この実施形態においては、フレーム構造450を取り付けるための直線状レール460は、不動グラウンドベースに対してではなく、カセットまたは基板に対して取り付けられている。図19Aおよび図19Bのようにウェハホルダ205に対して直線状レールおよびフレームが取り付けられている場合には、センサの読取は、カセット205に対して行われる。図18Aおよび図18Bに示す構造の場合には、センサの読取は、絶対的な測定値をもたらす。センサフレーム450の配置および構成は、本発明の範囲を逸脱しない範囲において、実施形態に応じて変更することができる。

【0049】

図20は、レール上に取り付けられている背部センサを備えた図17の先端エフェクタ構造を別角度から示す斜視図である。この場合、レールは、例えばグラ

ウンドやワークステーションや他の不動ベース構造といったような永久構造に対して取り付けられている。図17および図20は、実線によって、単一センサ型先端エフェクタ構造410の第1位置を示しており、先の実施形態と同様に、破線によって第2位置を示している。容易に理解されるように、第1位置においては、前方センサ412および背部センサ424によって、例えばスロット跨ぎウェハの2つのポイントが検出され、第2位置において、空間内の第3ポイントが検出される。

【0050】

背部センサフレームを使用した本発明の先端エフェクタ構造のさらなる変形例が、図21に示されている。先端エフェクタ510は、2つの前方センサ512、514と、センサフレーム550に対して取り付けられた1つの背部センサ524と、を備えている。容易に理解されるように、センサフレーム構成は、ウェハ構造205に対して取り付けられることも、図18および図19に関して上述したような不動構造に対して取り付けられることも、可能である。図21に示す実施形態においては、2つの前方センサ512、514は、先端エフェクタ210、210aにおけるよりも、より大きく離間して配置されている。矢印461方向に沿った単一の位置において、これら前方センサ512、514が、スロット跨ぎウェハの2個のポイントを検出するとともに、背部センサ454が、空間内の第3番目のポイントを検出する。前方センサどうしの離間距離が大きいことにより、図21に示す構造の正確さが増大する。

【0051】

走査アルゴリズム

本発明によるロボットアーム構造および配置ロボットに関して実施される走査制御ソフトウェアにおいては、様々なタイプの走査アルゴリズムが使用される。これらアルゴリズムは、一般に、「高速」走査および「低速」走査として示される。高速アルゴリズムと低速アルゴリズムとは、速度が相違しているだけでなく、アームの走査移動経路も、近接センサからのデータの処理方法も、相違している。

【0052】

本明細書においては、以下、ソフトウェアの機能について説明する。これら制御機能が、本発明の範囲内において、様々な様式（ソフトウェア、ファームウェア、等）で実施可能であることは、当業者であれば理解されるであろう。さらに、ロボットアーム構造に関しての制御ソフトウェアの実施は、当業者であれば容易である。よって、特定のコードは、本発明においては重要ではない。

【0053】

高速走査時には、先端エフェクタは、カセットの前方において、鉛直方向直線状経路に沿って移動する。この走査時には、検出されたウェハのZ軸方向位置からのサンプルデータが、先端エフェクタ上の前方センサによるウェハ検出と同期して、格納される。走査移動が完了したときには、取り込まれたZ軸の値が処理される。データポイントと基板ホルダに関しての既知の値とに基づいて、ウェハおよびポケットの存在および状況（ウェハが正常に挿入されているか、あるいは、スロットを跨いだ格好で収容されているか、あるいは、突出しているか）が決定される。

【0054】

この高速走査移動が、概略的に図22に示されている。図22は、先端エフェクタ610の走査移動を示している。走査によるデータは、一連のZ軸座標として取り込まれる。サンプルデータの数、カセットまたは保持構造内に存在しているウェハの数と同じである。サンプルとポケットの公称位置との間の対応関係は、走査システムの教育時に知らされなければならない。各ポケットの公称Z軸座標は、高速走査におけるポケットのZ軸座標とポケットどうしの間の既知のピッチとを使用して計算される。原理的には、サンプル値が与えられたポケットの公称Z軸座標に近い場合、このことは、ポケット内にウェハが存在していることを意味している。

【0055】

正確なウェハ検出は、以下のように、ピッチの制限内におけるサンプルの相対位置を考慮した手順をベースとする。ピッチは、「適正に挿入された領域」と「スロットを跨いで挿入された領域」とに分けられる。両領域の長さは、制御ソフトウェア内において、スロット（ポケット）走査パラメータによって設定される

。ピッチに対しての、適正挿入領域の比率が示される。これは、図24に示されており、この図においては、スロット走査パラメータは、25%に設定されている。サンプル値が公称スロット位置と比較され、スロット座標とサンプル値との差が計算される。この差は、Aとして表される。そして、スロット内限界位置およびスロット跨ぎ限界位置と比較される。Aは、次のようにして計算される。

$$\Delta = (\text{ピッチ}) \times (\text{現在のスロット番号} - 1) + Z \text{ 軸方向の開始位置} \\ - \text{走査位置 [現サンプル]}$$

ここで、ピッチとは、ステーションのピッチであり；Z軸方向の開始位置とは、Z軸方向における走査開始位置の計算値であり；走査位置 [] とは、Z座標におけるウェハ位置に関しての取込値を保持した行列であり；[現サンプル]とは、サンプルの序数、である。

【0056】

Δ の絶対値が、スロット内限界値よりも小さければ、ウェハは、「ポケット内に」位置しているものと見なされる。また、 Δ の絶対値がスロット跨ぎの限界値を超えている場合には、ウェハは、「スロットを跨いでいる」ものと見なされる。最終的に、 Δ の絶対値がスロット跨ぎの限界よりも小さければ、ウェハは、適正に挿入されていると見なされる。 Δ がスロット内限界値を超えている場合には、現ポケットは、「空」であるものと見なされ、他のポケットのサンプルが走査される。スロット跨ぎ限界パラメータおよびスロット内限界パラメータは、次式に従って計算される。

$$\text{スロット内限界値} = (\text{ピッチ} \times (1 - \text{走査スロット})) / 100$$

$$\text{スロット跨ぎ限界値} = (\text{ピッチ} \times \text{走査スロット}) / 100$$

【0057】

本発明を制限することなく例示を行うならば、5個のポケット数を有するとともに0.1875インチ付近のピッチ（ピッチ=187.5）とされたカセットが走査される。先端エフェクタの鉛直方向移動によって、4つのサンプル値すなわち4つのZ座標が、取り込まれる。スロット走査パラメータは、20%に設定される。適正挿入領域とスロット跨ぎ領域とを規定するスロット跨ぎ限界値とスロット内限界値とは、次のようにして計算される。

$$\text{スロット内限界値} = (\text{ピッチ} \times (1 - \text{走査スロット})) / 100$$

$$= 1.875 \times 20 / 100 = 150$$

$$\text{スロット跨ぎ限界値} = (\text{ピッチ} \times \text{走査スロット}) / 100$$

$$= 250 \times 20 / 100 = 37.5$$

【0058】

処理後の結果が、図24における表に示されている。第1列には、スロットの各インデックスが記載されており、第2列には、Z軸の走査開始位置の計算値をベースとしたスロットのZ軸座標（公称Z座標）が記載されている。第3列および第4列には、各ポケットに対しての、それぞれ、スロット内下限値およびスロット内上限値が記載されている。第5列および第6列には、前方センサが駆動されるZ軸位置の座標が記載されている。第8列には、ウェハ位置の理論値と実際に取り込まれた座標との間の差（Δ）が示されている（すべて、単位は、 1×10^{-3} インチである）。

【0059】

高速走査アルゴリズムは、1回走査と2回走査との2つの実施態様で行うことができる。上記において示されたアルゴリズムは、1回走査である。2回走査においては、一方がカセットまたはホルダに対して上向きに行われかつ他方がカセットまたはホルダに対して下向きに行われるような、2回にわたっての走査移動を行う。第2移動（2回目の移動）は、第1移動（1回目の移動）によって突出ウェハが検出されたときにだけ行われる。下方移動を行う前には、先端エフェクタは、カセットからわずかに退避される。この場合の退避距離は、使用者によって決められる。第2移動の目的は、ポケットからわずかに突出したウェハを検出することであり、図26Aおよび図26Bに示すように、走査移動経路において干渉を起こすことがなく、上方センサがトリガーされることがない。わずかに突出したウェハは、このウェハのエッジがセンサの非機能領域（デッドゾーン）内に位置している場合には、第1移動においては見逃される。

【0060】

ダブルビーム式先端エフェクタの前方センサの機能領域および非機能領域が、表1に例示されている（LEDタイプのセンサを有し図14に示す形態とされた

場合)。

【表1】

前方センサのパラメータ

前方走査センサのパラメータ	
ウェハエッジに対しての最小間隔	0.500インチ
最大間隔	1.200インチ
推奨される動作間隔	0.650インチ
鉛直範囲	<0.060インチ

【0061】

これら特性は、平坦部が形成されていない8インチ直径のウェハに対して適用される走査手段の性能を反映している。

【0062】

ダブルビーム式の先端エフェクタにおいて行われる1回走査および2回走査の特性が、表2にまとめられている。

【表2】

1回走査および2回走査の特性

走査パラメータ	1回走査	2回走査
最大ウェハ変位(全方向)	0.100"	0.200"
典型的な走査時間(6"カセット、25個のウェハ、1"/秒)	9.2秒	15.8秒
最小走査時間(6"カセット、25個のウェハ、2"/秒)	6.3秒	9.4秒
最大走査速度	2"/秒	2"/秒
走査可能な最大ウェハ数	210	210

【0063】

上記パラメータは、最悪の場合のシナリオを示している。すなわち、平坦部を有したウェハが互いに位置合わせされておらずまた向きが揃っていない場合のシナリオを示している。上記とは異なる処理ステージにおいて異なるウェハエッジ

に対しては、また違う結果が得られるものであり、走査速度および性能は、よりピッチが広いカセットにおいては、向上することとなる。

【0064】

高速走査アルゴリズムとは異なり、低速走査アルゴリズムにおいては、計算されたポケット位置においてだけウェハの存在が点検される。高速走査アルゴリズムと比較した場合の、低速走査アルゴリズムの利点は、突出した障害物を有したカセットであっても走査できることである。アームに単一ビーム式走査用先端エフェクタが設けられている場合には、低速走査アルゴリズムでしか、100%の信頼性の結果を得ることができない。この場合、高速走査は、迅速な評価のために使用することができ、低速走査は、正確な評価のために使用することができる。

【0065】

低速走査アルゴリズムにおける、ウェハホルダに対しての先端エフェクタの移動が、図27および図28に示されている。ポケットの走査に関しての先端エフェクタの動きは、以下の4つのステップでもって行われる。

【0066】

1. 使用者が決定した距離の分だけアームが突出し、先端エフェクタがポケットに対して近づく。この接近移動の際にウェハが検出されたときには、アームが停止し、走査開始位置にまで退避するとともに、次なるポケットへと向けて、1ピッチ分だけ上昇する。次の第2ステップは、第1ステップにおいてウェハが検出されなかったときにだけ実行される。

【0067】

2. 先端エフェクタの先端が、カセットの前方において円弧経路に沿って移動する。この動きにより、ウェハの平坦部が走査手段に対向している場合であっても、確実な検出が行われる。この動きは、一定のZ軸位置において（ロボットがZ軸を有している場合）、Y軸方向に（ロボットがY軸を有している場合）移動させることにより行われる。

【0068】

3. 使用者が決定した距離の分だけアームが引っ込められる。

【0069】

4. 次なるポケットへと向けて、アームが、1ピッチ分だけ上昇する。

【0070】

低速走査アルゴリズムを使用し、先端エフェクタ構造210, 310, 410の第1端部上における上方センサのZ軸に沿って検出を行う場合には、基板のエッジのX-Y座標を決定することができ、十分な走査が行われた場合には、前端走査手段からのZ軸データポイントに関して得られたX-Yデータポイントを使用して、基板の実際位置を決定することができる。

【0071】

本発明の機械的实施形態においては、付加的な走査アルゴリズムを使用することができる。ウェハのエッジのX-Y座標を決定するためのアルゴリズムにおいては、低速走査アルゴリズムにおけるのと同様の、上方センサを有した先端エフェクタ第1端部の走査移動を行う。しかしながら、従来の低速走査アルゴリズムにおいては、先端エフェクタの配置移動およびキャリアに対しての関係が既知であり、そのため、決定すべき唯一のデータは、ウェハの存在である。ウェハの存在は、センサを駆動することにより知ることができる。本発明のシステムにおいては、ウェハまたは基板のX-Y座標を決定するためには、先端エフェクタの第1端部の多数の連続移動が必要である。センサの駆動のデータポイントは、本発明の高速走査アルゴリズムにおけるデータポイントの使用と同様にして、取り込まれる。これらデータポイントは、ロボットの制御システムに対して供給され、空間内における基板の実際位置が計算される。これにより、ロボットは、所望プロセスに従ってウェハを処理することができる。

【0072】

チャンバセンサ装置およびシステム

図29は、本発明の走査システムの変形例を示している。この場合、プロセスチャンバ内に、あるいは、基板処理において使用される前置プロセスハウジング内に、少なくともいくつかの位置センサが配置されている。このタイプの前置チャンバは、より典型的には、フラットパネルディスプレイのような大面積基板の処理において使用される。

【0073】

図29は、共に係属中の特許出願第08/661, 292号および第08/788, 898号に記載されているようにして製造された全方位配置型ロボット700を示している。前置装置710は、任意の処理チャンバや任意の前置装置とすることができる。前置装置は、例えば、共に係属中の特許出願第08/661, 292号および第08/786, 896号に記載されているような全方位配置型昇降手段720を備えることができる。全方位配置型ロボット700および全方位配置型昇降手段720は、本発明のシステム内におけるロボットアーム構造722のZ軸位置またはカセット730のZ軸位置を調節することができる。

【0074】

図30は、図29におけるセンサ配置を示す平面図である。図29および図30に示すように、センサS1～S3は、チャンバまたは前置装置の壁上に配置されている。センサS1およびS2は、側壁712上に配置されている。一方、センサS3は、後壁714上に配置されている。この構成により、与えられたすべてのカセットに対して、また、カセット内に導入されたすべてのウェハに対して、3ポイント測定を行うことができる。全方位配置型昇降手段720が、カセットを上下動させ得ることによりまた前後移動させ得ることにより、カセット位置およびウェハ位置を、位置センサS1～S3によってもたらされた3ポイントによって決定することができる。必要であれば、その場合、ロボットを使用することによって、チャンバ内におけるまたはウェハホルダ内における適正位置へと、基板を再配置することができる。センサS1～S3の位置は、図29および図30に示すような位置に厳密に位置している必要はないことは、容易に理解されるであろう。しかしながら、カセット内における、与えられたウェハの位置を決定するためには、空間内の3ポイントは、必要である。また、ロボットアーム構造722が、チャンバ710の窓734を通して進入しなければならないこと、および、センサの配置が、この必要性を満たさなければならないこと、については理解されるであろう。

【0075】

付加的な鉛直方向の位置センサS4～S6が、ロボットアーム構造722の蹄

鉄形アーム構造724上に配置されている。先端エフェクタ724は、構造内のウェハの平坦度を決定するために、カセット内においてまたは前置装置内において、隣接しているウェハどうしの間にまで入り込むことができる。センサS1～S3は、ウェハの2つの側面に関して3つの（Z軸方向の）データポイントを検出する。このデータは、基板配向を決定する。図29および図30に示すシステムは、フラットパネルディスプレイの処理に対して特に好適である。その理由は、フラットパネルディスプレイが、比較的大面積のものであって、基板のエッジと基板の中心との間に鉛直方向位置ズレを有しているからである。

【0076】

センサS4～S6は、また、フラットパネルディスプレイにおけるエッジと他の部分との間における偏向を決定するために、動作することができる。フラットパネルディスプレイのサイズが非常に大きいことのために、基板の偏向に、位置的な差が生じる。センサS4～S6のための参照ポイントとして、無限大の硬さの所定基板が使用される。エッジの鉛直方向位置を測定することによって、レーザーまたは他のタイプのセンサを使用して、偏向距離を測定することができる。この実施形態は、図31に示されている。この場合、チャンバ外に設置されたレーザービーム源（図示せず）は、窓734を通してビーム810を導入することができ、導入されたビームは、前置装置710のチャンバの後壁714上に配置された検出器またはCCD780によって受光される。

【0077】

また、このシステムにおいては、センサS1～S3を使用する必要がないことは理解されるであろう。センサS4～S6が、基板のエッジ位置を既知とするようロボットアーム構造422が校正された後においてはカセット内の基板の存在だけでなくセンサからのZ軸方向離間距離までも測定可能なタイプのものである場合には、ロボットアーム構造422のX座標およびY座標に対してのZ座標を測定することによって、基板の正確な位置を決定することができる。この目的のために好適なセンサは、上記のHoneywell社から市販されている。検索手順によって、ロボットアーム構造の先端エフェクタ724が対象基板の直下に移動したときには、すべての関連した近接センサを使用して、その基板を所定位置に配置

することができる。これは、プラットホームの位置およびロボットの位置が既知となった後に、全方位配置型ロボットのモータ位置を読み取ることによって行うことができる。同様に、基板の表面全体にわたっての走査を行って、基板の形状を決定することができる。この走査の精度に関する制限は、配置ロボットの移動精度およびロボットの移動許容誤差に依存する。

【0078】

図31に示す実施形態は、1000分の1インチの偏向を測定することができる。先端エフェクタが対象物上に位置している場合には、アームは、実際の偏向が変化するまで、読取値が同じとなるよう偏向する。この測定を容易なものとするためには、先端エフェクタ上に、レーザー源を配置すべきである。この特殊な構成を使用すれば、ロボットは、チャンバ内のまたは前置装置内の各対象物に応じて、自身によって校正を行うことができる。各搭載物は、一般に、互いに同じだけの偏向量を有しており、偏向は、先端エフェクタ上の負荷に比例することができる。また、本発明において複数のレーザーおよび複数の電荷結合デバイスを使用できることは、理解されるであろう。

【0079】

校正

上述のように、本発明において使用される特定の装置においては、自動的に校正を行うことができるとともに、本発明のロボットの教育を行うことができる。本発明の走査技術およびシステムが、全体的に、共に係属中の特許出願第08/661,292号および第08/788,898号に記載されているロボットと共に使用可能であることは、理解されるであろう。

【0080】

一般に、従来技術においては、ウェハの理想的水平面が装置内のセンサを起動するような、ロボットのZ軸方向位置を得ることが、校正の目標である。センサが適正に取り付けられている場合には、同一のZ軸方向位置において、すべてのセンサが起動されるべきである。実際には、これらの読取値は、それぞれ異なっている。

【0081】

このことが図32に示されている。第1センサが位置Z1に配置されており、第2センサが位置Z2に配置されており、第3センサが位置Z3に配置されているものと仮定する。走査実行時には、センサのそれぞれの読取値Z1'、Z2'、Z3'は、校正過程において補正を受ける。このような補正過程の例は、次のようなものである。

$$Z1' = Z1' \quad (\text{補正なし})$$

$$Z2' = Z2' + (Z2 - Z1)$$

$$Z3' = Z3' + (Z3 - Z1)$$

【0082】

このシステムにおける校正の最終目標は、様々なセンサが理想的水平ウェハ（Etalonウェハ）を検出するようなZ軸方向位置を知ることが保証することである。これら位置は、通常同じではなく、要求されていることのすべては、これら位置どうしの間のズレ量を知ることである。

【0083】

例えば図15に示すような上方センサ（ST1～ST3）が両端型先端エフェクタに設置されている場合には、ウェハまたは基板の下方において先端エフェクタの第1端部を複数回にわたって走査移動させることによって、ウェハまたは基板の空間的位置を決定することができる。この決定を行うためには、多くのX-Yデータポイントおよびウェハまたは基板の直径が、既知でなければならない。

【0084】

いくつかの実施形態において、X-Y空間内におけるウェハのエッジポイントを決定することができるけれども、配置ロボットに対して、参照ウェハの位置を手動で教えることもまた可能である。向きおよびZ軸方向位置を自動的に決定できるけれども、キャリア内における他のウェハのX-Y座標をもたらすために、参照ウェハのピックアップ位置をロボットに対して教えることができる。

【0085】

従来技術においては必要とされる走査開始位置は、本発明においては、使用するアルゴリズムに依存して、使用しても良く、また、使用しなくても良い。しかしながら、一般に、要望によっては、走査開始位置を使用することができる。通

常は、走査開始位置は、走査用センサが第1ウェハエッジの中央を検出するような、ロボット座標とされる。高速走査アルゴリズムにおいては、各カセットに対して、1個～3個の走査軌跡が使用される。これら走査軌跡は、3個の異なる走査開始位置を起点とする鉛直方向の直線である。走査開始位置を適切に教えるために、カセットの第1ポケットに、ウェハが配置される。その場合、先端エフェクタは、制御ソフトウェア内の移動命令を使用することによりロボットを移動させることによって、先端エフェクタの長さ方向軸に沿った方向において約0.650インチという距離のところへと、ウェハのエッジに対して正確に対向配置される。その場合、走査開始位置を設定することができる。

【0086】

本発明の装置において上述のような鉛直方向位置センサおよび水平方向位置センサを使用することによって、ウェハカセットホルダの実際の位置を、本発明の装置によって自動的に決定することができることは、理解されるであろう。

【0087】

ロボットは、特定のカセットの詳細についてあるいは基板ホルダサイズの詳細について、プログラムされなければならない。2回走査における第2移動を開始する前に先端エフェクタを退避させる際の退避距離といったようなパラメータは、本発明のシステムにおいては、適切に設定することができる。設定可能な他のパラメータとしては、走査速度や、走査加速度、がある。

【0088】

また、2回走査は、走査用先端エフェクタが基板に対して接近しすぎており非機能領域が存在しているという状況に対処するために、適用することができる。この場合、第2移動による測定を確実に正確なものとするためには、先端エフェクタを、退避（後方移動）させなければならない。

【0089】

例えばカセットといったような基板ホルダ内における複数の基板を走査するための走査システムおよび装置について、説明してきた。本発明の装置およびシステムのいくつかの実施形態が、本発明の範囲内において説明されている。本発明の範囲内において、他の変更、変形、センサ位置の組合せ、走査技術の組合せ、

を行い得ることは、当業者であれば理解されるであろう。本発明においては、共に係属中の特許出願第08/661, 292号および第08/788, 898号に記載されているような全方位配置性能（すなわち、ロボットのZ軸を操作し得る性能）を有したロボットアーム構造の使用を必要としそれによって可能とされている。しかしながら、本発明は、全方位配置型ロボットに限定されるものではなく、十分な自由度を有した任意のアームと共に使用することができる。本発明に対してのそのようなすべての変更や変形は、明細書によって規定されたまた請求範囲によって規定された本発明の範囲内に属するものと見なされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術による単一ビーム式の走査用先端エフェクタを示す平面図である。

【図2】 従来技術によるダブルビーム式の走査用先端エフェクタを示す平面図である。

【図3】 ウェハの存在または欠落を検出するための、従来技術による走査方法を示す斜視図である。

【図4】 ウェハの位置を検出するための、従来技術による光学センサの構成を示す平面視を交えたブロック図である。

【図5】 カセット内におけるスロット跨ぎウェハを示す端面図である。

【図6】 走査用先端エフェクタを示す側面図であって、先端エフェクタがカセット内の突出ウェハに対して干渉するという潜在的問題点を示している。

【図7】 図7A～図7Cは、平坦部を有したウェハの、問題点を有した配置状況を示す平面図である。

【図8】 図8Aおよび図8Bは、平坦部を有したウェハの、鉛直方向に問題点を有した配置状況を示すそれぞれ平面図および側面図である。

【図9】 平坦部を有したウェハ基板に関連した直径損失という問題点を示す平面図である。

【図10】 平坦部を有したウェハの走査に関連した光ビーム散乱という問題点を示す平面図である。

【図11】 図11Aおよび図11Bは、単一ビーム式先端エフェクタの2

つの異なる構成を示す図である。

【図12】 図12A～図12Cは、光散乱という問題点に対処し得るようにしてウェハ基板を走査する先端エフェクタを示す図である。

【図13】 図13A～図13Cは、走査用先端エフェクタを示す平面図であって、蹄鉄型の走査用先端エフェクタによる走査が不適切に行われる様子を示している。

【図14】 本発明によるダブルビーム式走査用先端エフェクタを示す図である。

【図15】 本発明による走査装置の第1実施形態を示す斜視図である。

【図16】 本発明による走査装置の第2実施形態を、処理中のカセットおよびウェハに関連して示す斜視図である。

【図17】 本発明による走査装置の第3実施形態を、カセットおよび本発明によるウェハシステムに関連して示す斜視図である。

【図18】 図18Aおよび図18Bは、図17に示す実施形態の第1の代替例を示すそれぞれ平面図および側面図である。

【図19】 図19Aおよび図19Bは、図17に示す実施形態の第2の代替例を示すそれぞれ平面図および側面図である。

【図20】 図17に示す走査装置を反対側から示す斜視図である。

【図21】 本発明による走査装置の第4実施形態を示す斜視図である。

【図22】 部分的に半導体ウェハが収容されているウェハカセットを示す側面図であって、本発明において使用される高速走査アルゴリズムに従った走査用先端エフェクタの移動を示している。

【図23】 本発明による高速走査アルゴリズムを示す図である。

【図24】 高速走査アルゴリズムによる結果を示す表である。

【図25】 本発明による高速走査アルゴリズムによって見出されたポケット数に対しての、走査基板のZ軸位置を示すグラフである。

【図26】 図26Aおよび図26Bは、本発明において使用される高速2回走査アルゴリズムの適用例を示す側面図であって、図26Bは、図26Aに図示されたウェハの近傍における先端エフェクタを拡大して示す図である。

【図27】 ウェハカセットと先端エフェクタとを示す側面図であって、本発明による低速走査アルゴリズムにおける先端エフェクタの動きを示している。

【図28】 先端エフェクタとウェハカセットとカセット内のウェハとを示す平面図であって、本発明による低速走査アルゴリズムにおけるビーム検出を示している。

【図29】 全方位配置型ロボットと全方位配置型昇降手段とを示す側面図であって、本発明の走査システムによる固定チャンバ内にまたは処理チャンバの前置装置内にセンサを配置するための代替例を示している。

【図30】 図29におけるロボットと昇降手段とを部分的に示す平面図であって、図29におけるセンサの構成を示している。

【図31】 図29における本発明の代替例を示す側面図であって、与えられた基板の偏向を決定するために、レーザービームと電荷結合デバイス製検出器とが使用されている。

【図32】 正確に配置されたウェハをセンサが検出することができるようなZ軸方向の位置を拡大して示す側面図である。

【符号の説明】

- 100 先端エフェクタ
- 102 先端エフェクタ
- 120 先端エフェクタ
- 126 上方走査センサ
- 130 先端エフェクタ
- 134 ウェハ（基板）
- 140 先端エフェクタ
- 142 前方センサ
- 144 前方センサ
- 200 ロボットアーム構造
- 205 ウェハ保持構造、ウェハホルダ、ウェハキャリア
- 210 走査用先端エフェクタ
- 220 アーム

- 240 前方センサ構造
- 310 先端エフェクタ構造
- 312 前方センサ
- 314 前方センサ
- 316 前方センサ
- 410 先端エフェクタ
- 412 前方センサ
- 450 可動センサフレーム
- 510 先端エフェクタ
- 512 前方センサ
- 514 前方センサ
- 722 ロボットアーム構造
- 724 先端エフェクタ
- 730 カセット

【図1】

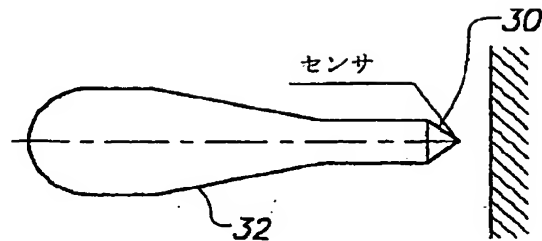


FIG. 1

【図2】

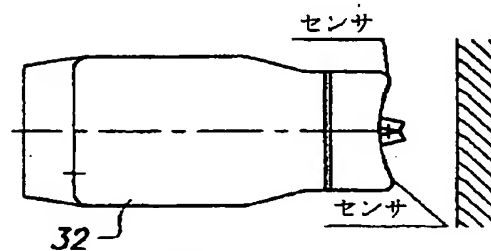
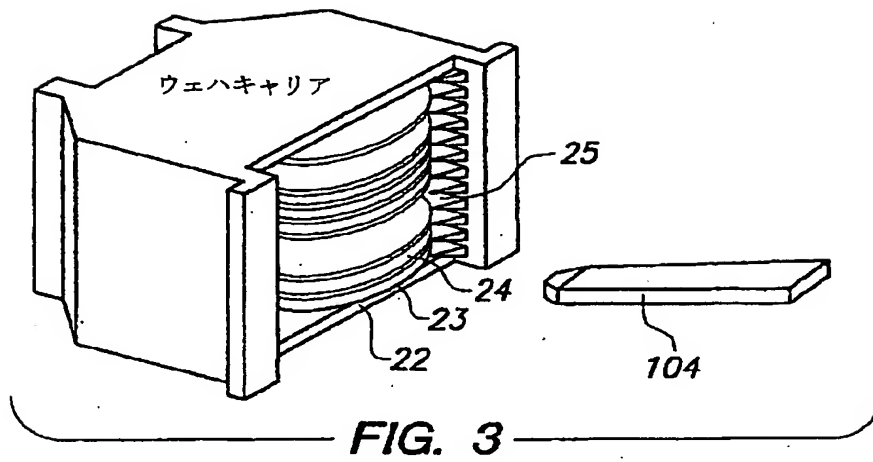
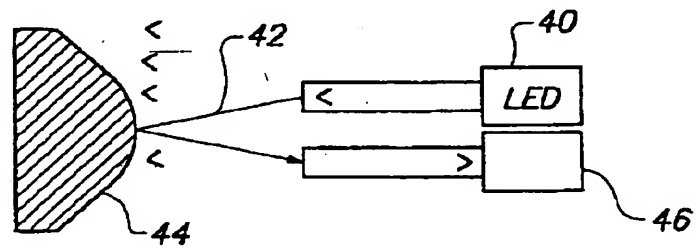


FIG. 2

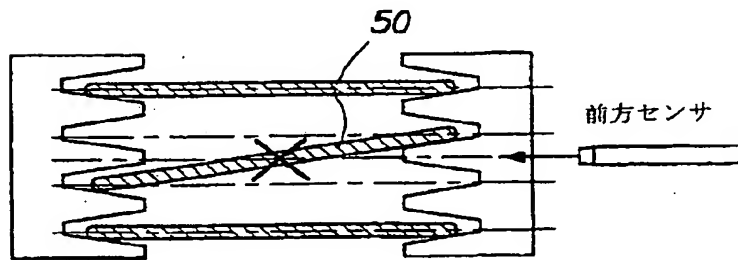
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

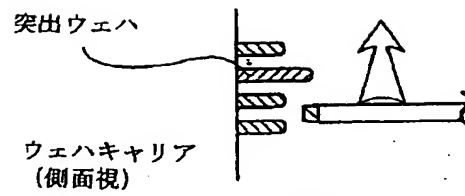
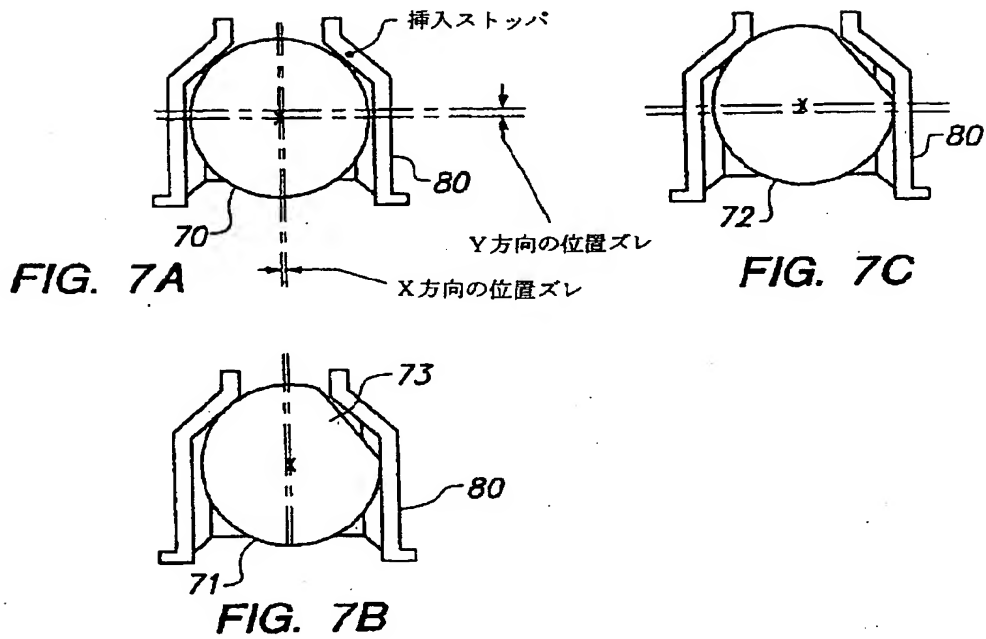
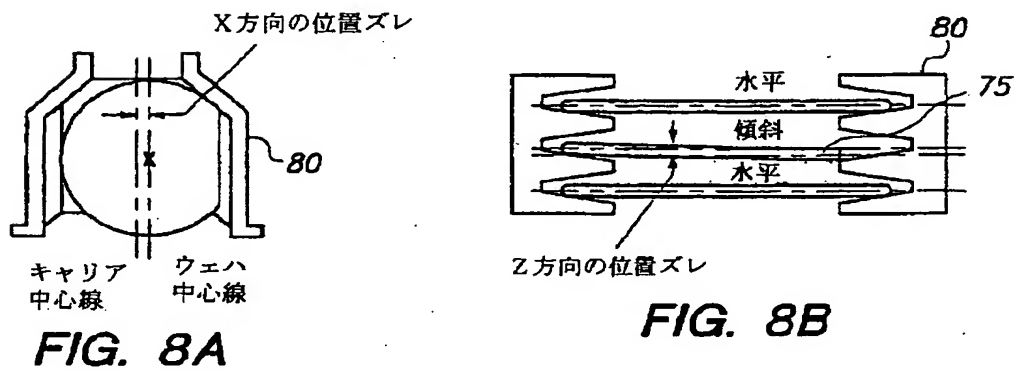


FIG. 6

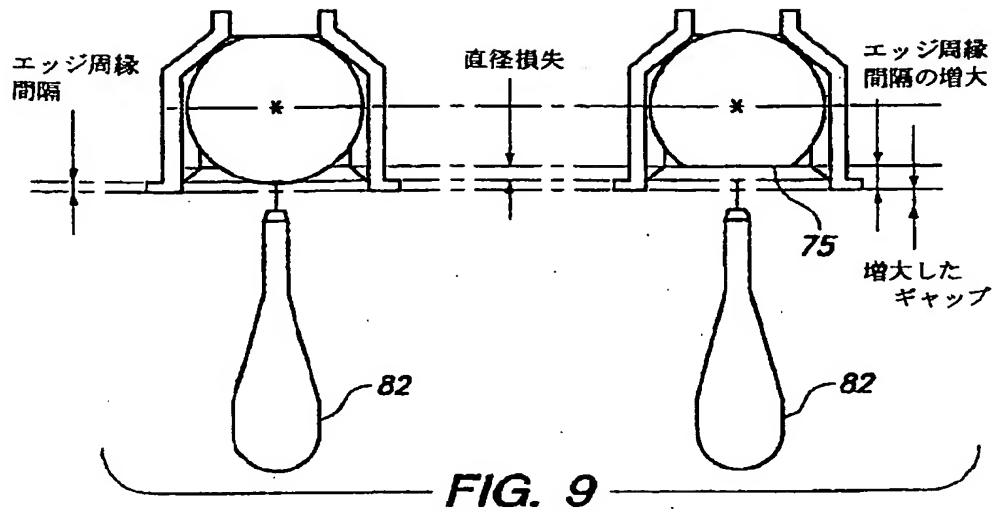
【図7】



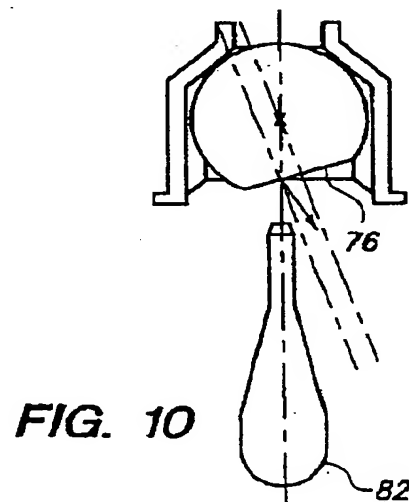
【図8】



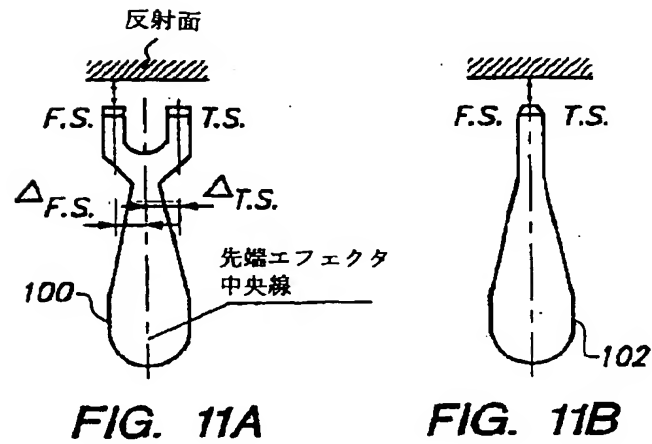
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

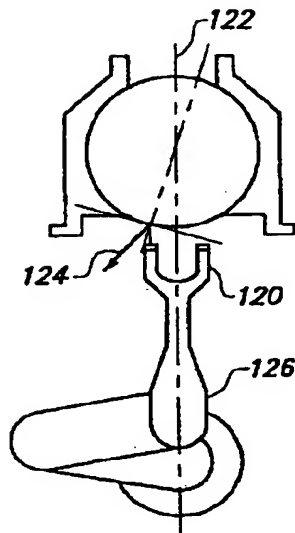


FIG. 12A

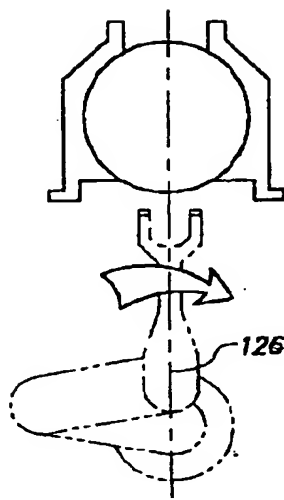


FIG. 12B

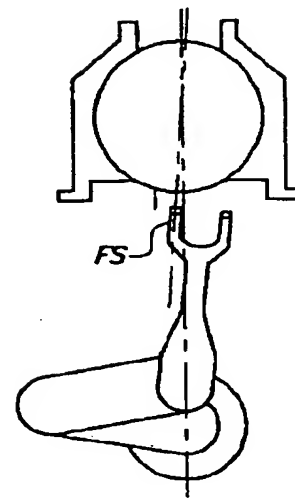


FIG. 12C

【図13】

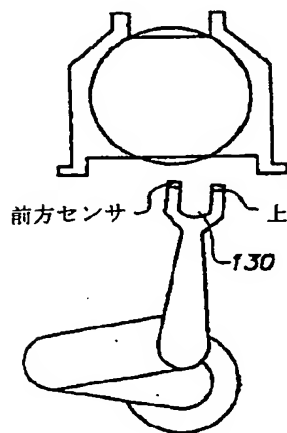


FIG. 13A

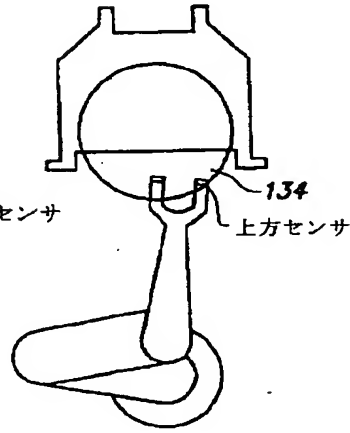


FIG. 13B

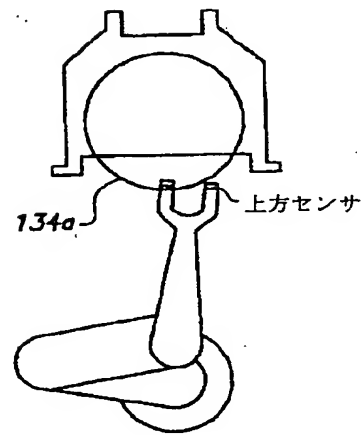


FIG. 13C

【图 15】

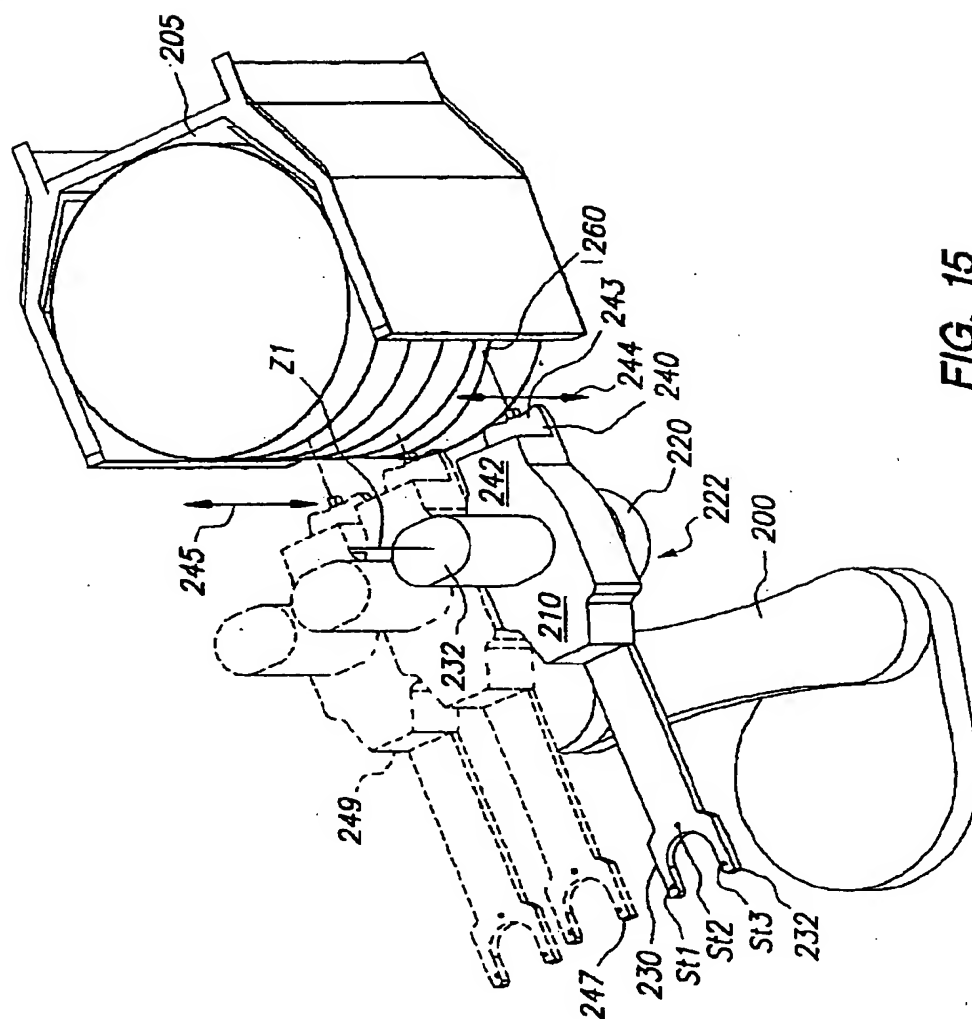


FIG. 15

【図16】

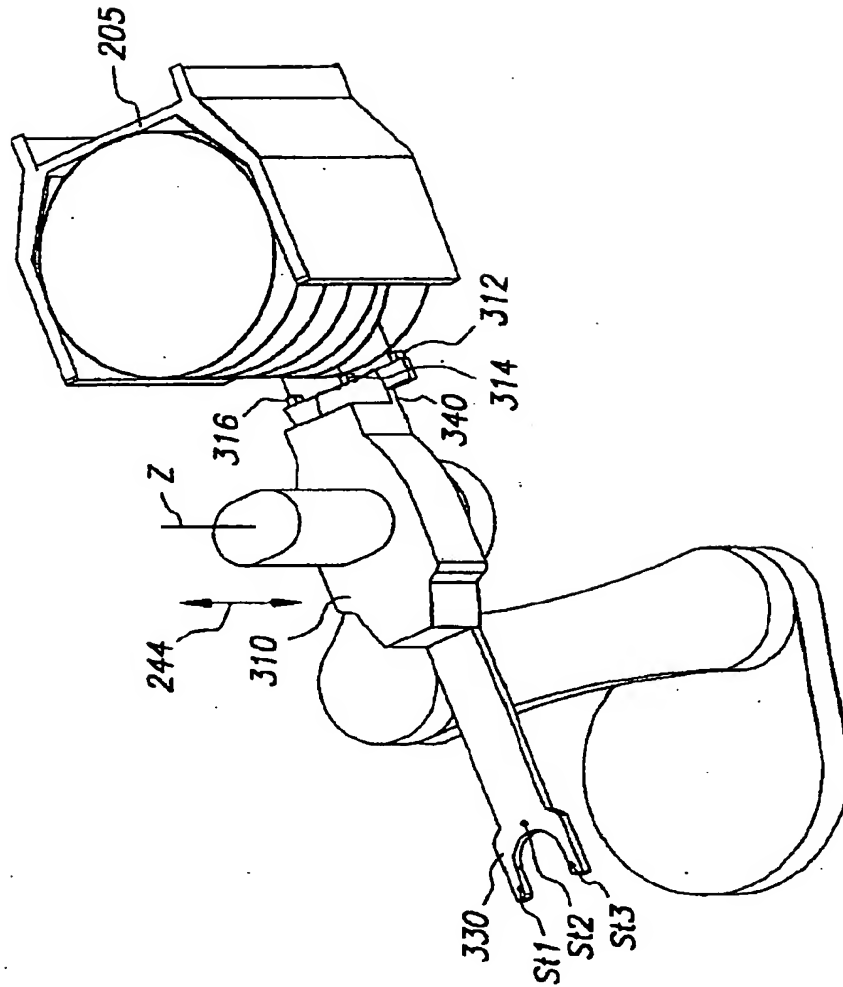
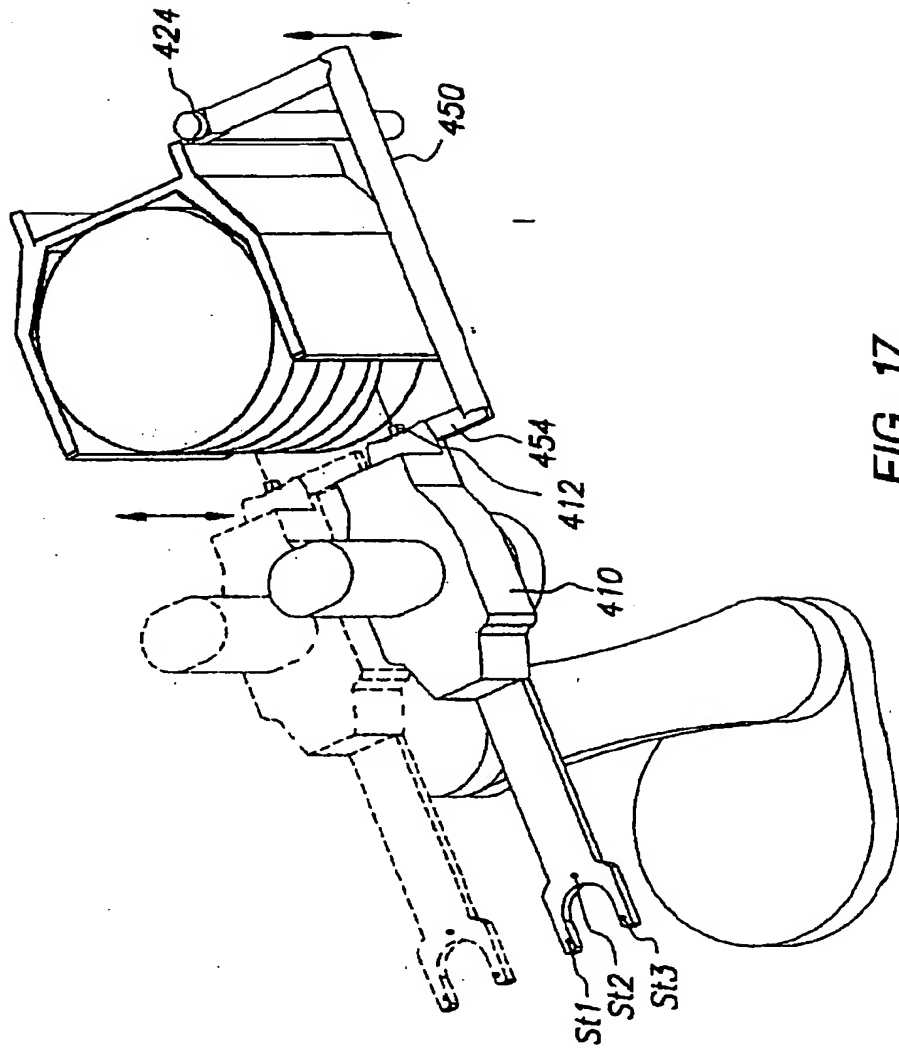


FIG. 16

【図17】



【図18】

FIG. 18A

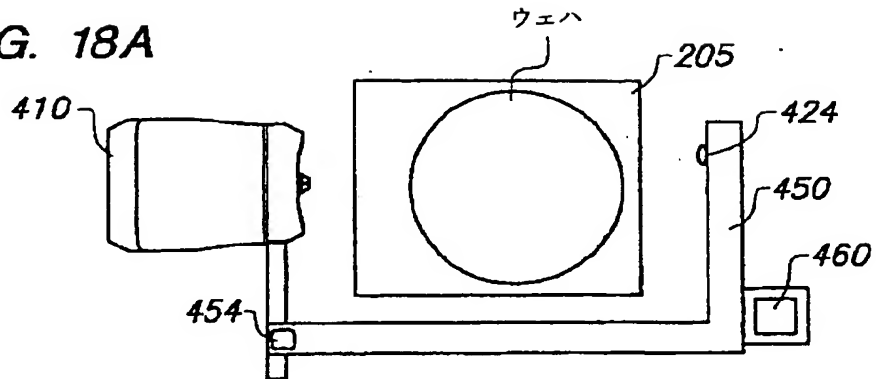
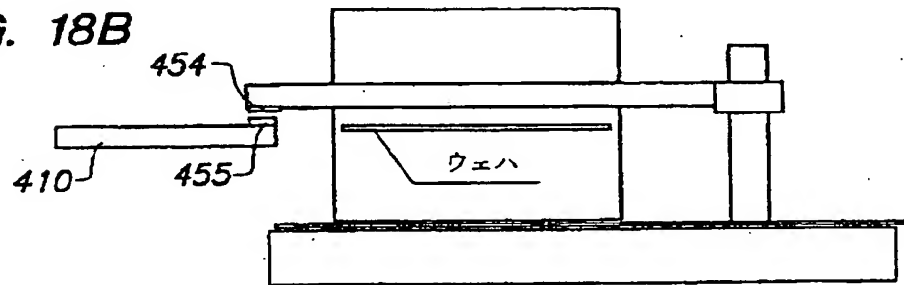


FIG. 18B



【図19】

FIG. 19A

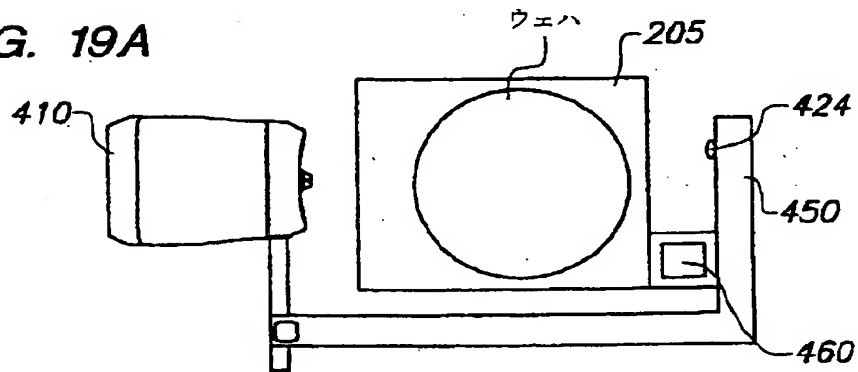
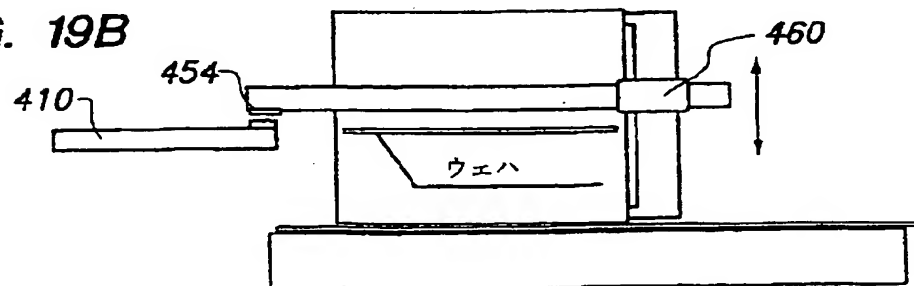
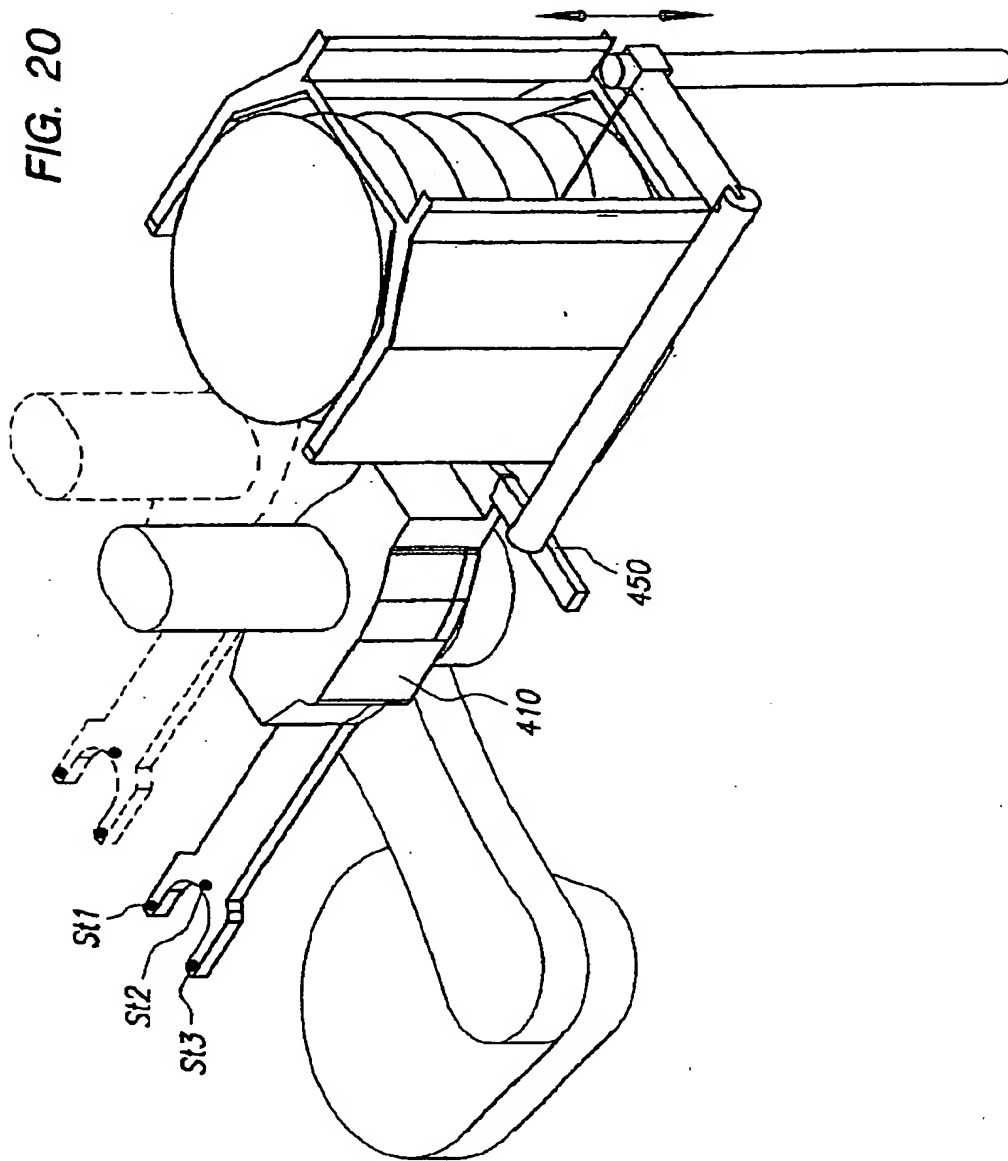


FIG. 19B



【図20】



【図21】

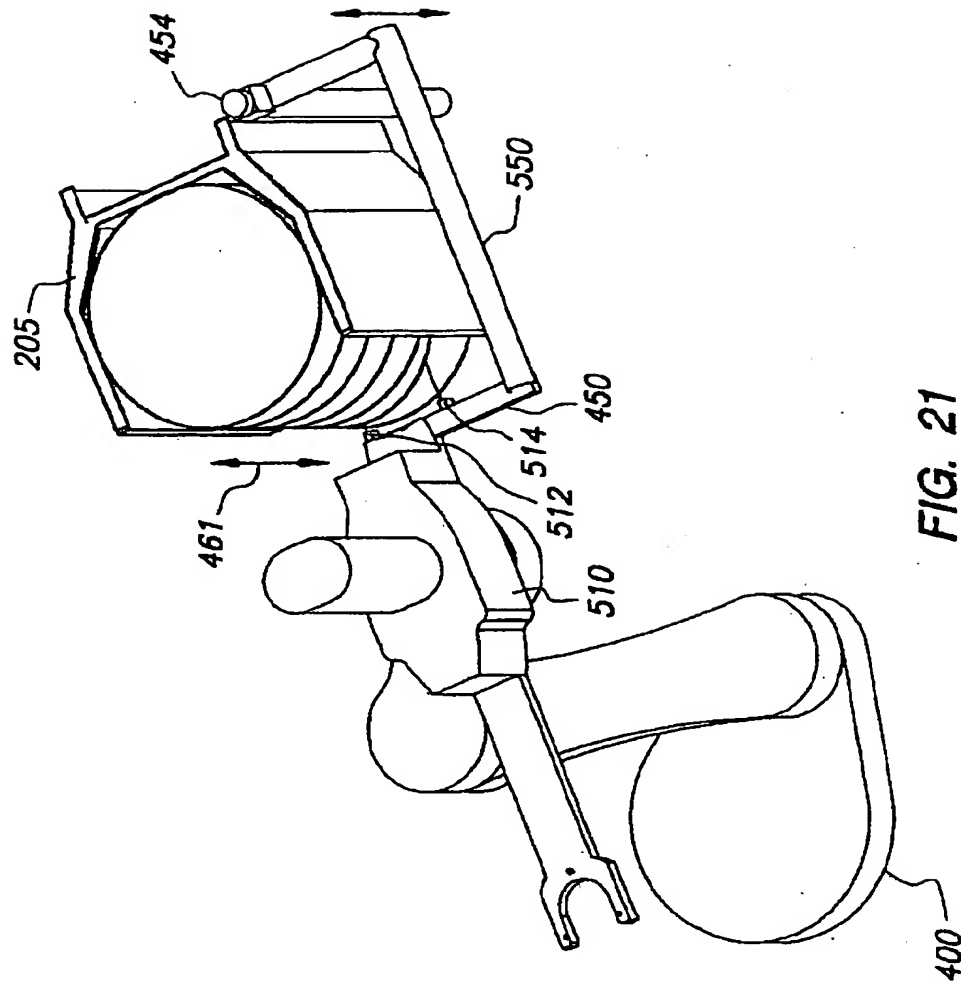


FIG. 21

【図22】

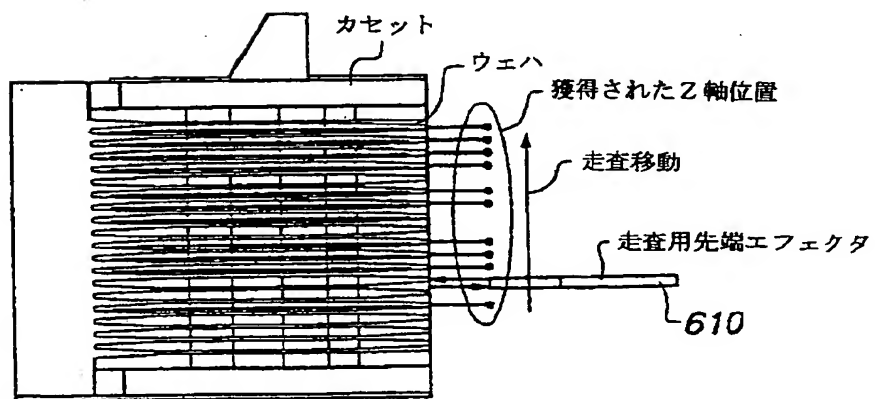
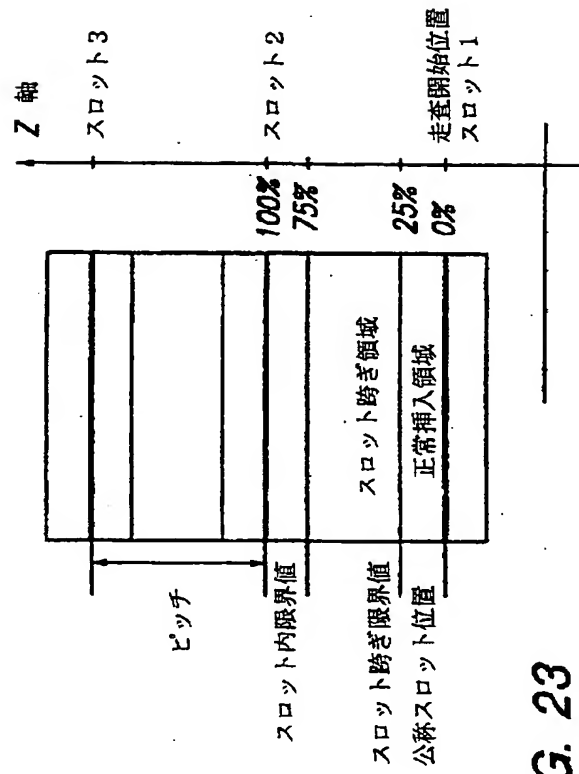


FIG. 22

【図23】



ピッチ 187.5	走査スロット 20%	スロット内限界		スロット跨ぎ限界		データ	
		-150	150	-37.5	37.5		
スロット No.	公称位置	スロット内 下限値	スロット内 上限値	スロット跨ぎ 下限値	スロット跨ぎ 上限値	サンプル値	Δ
1	130	-20	280	92.5	167.5	132	2
2	317.5	167.5	467.5	280	355	441	123.5
3	505	355	655	467.5	542.5	695	190
4	692.5	542.5	842.5	655	730	695	2.5
5	880	730	1030	842.5	917.5	876	-4

FIG. 24

【図25】

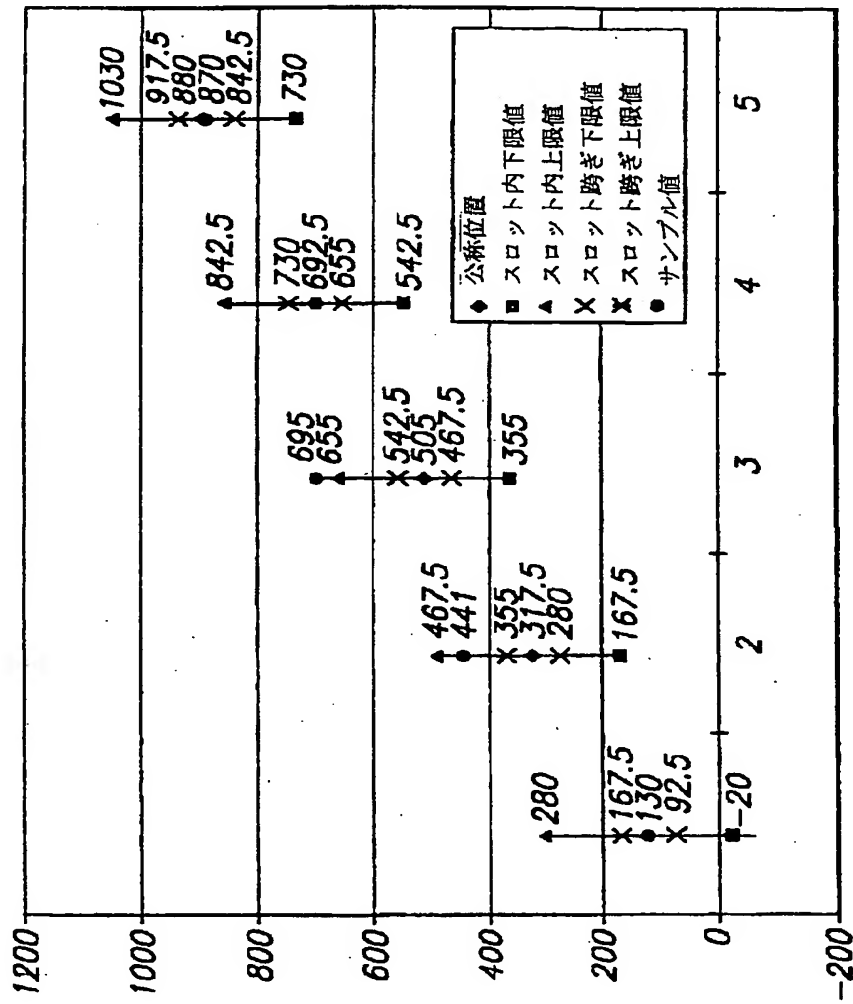


FIG. 25

【図26】

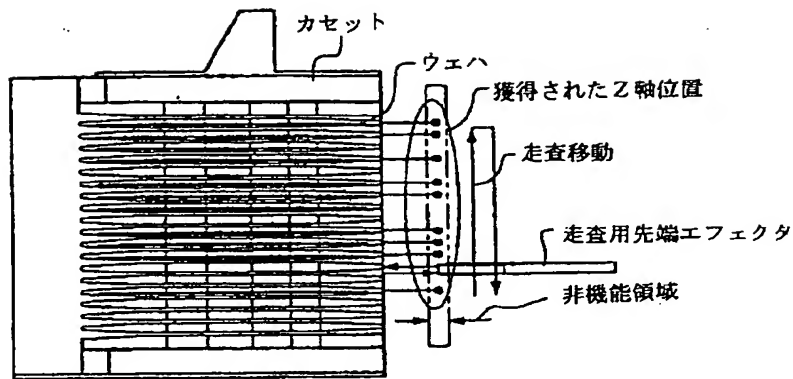


FIG. 26A

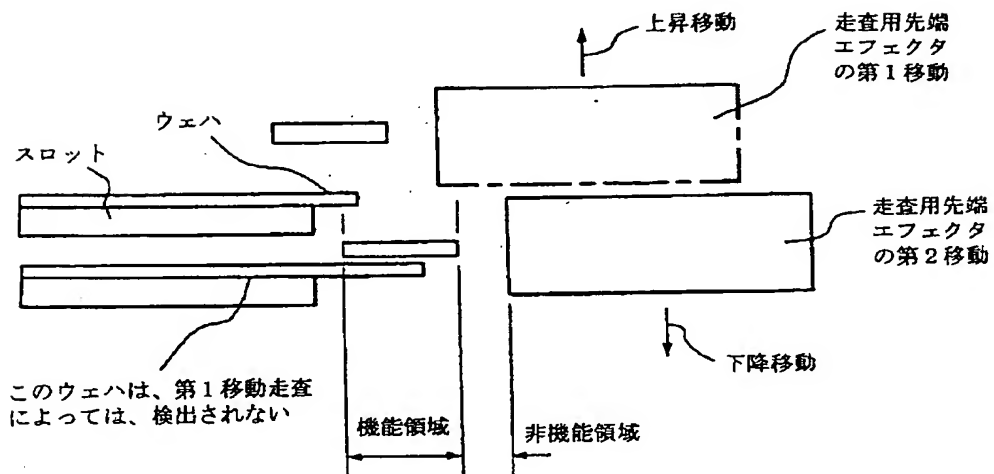


FIG. 26B

【図27】

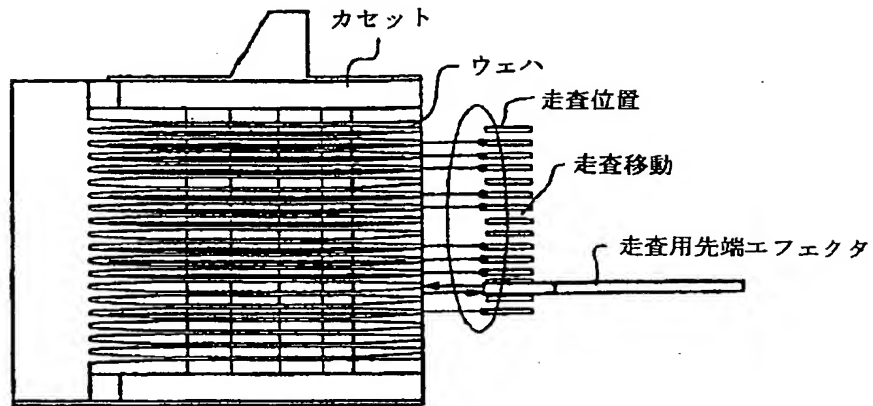


FIG. 27

【図28】

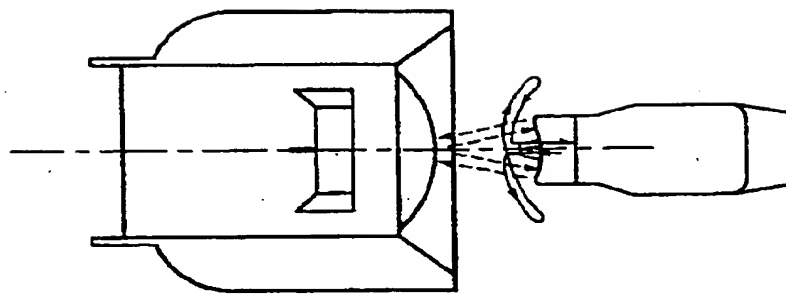
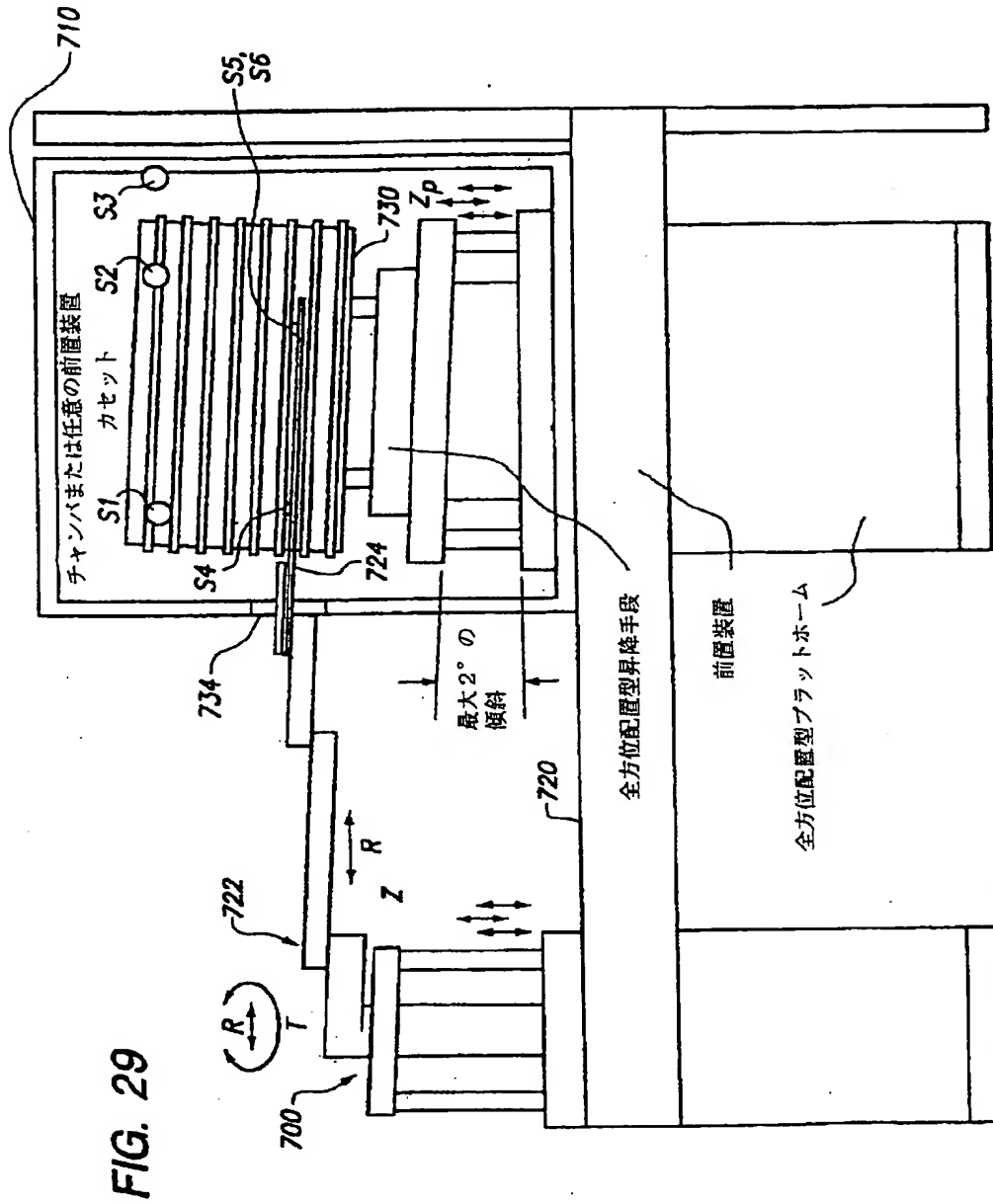


FIG. 28

【図 29】



【図30】

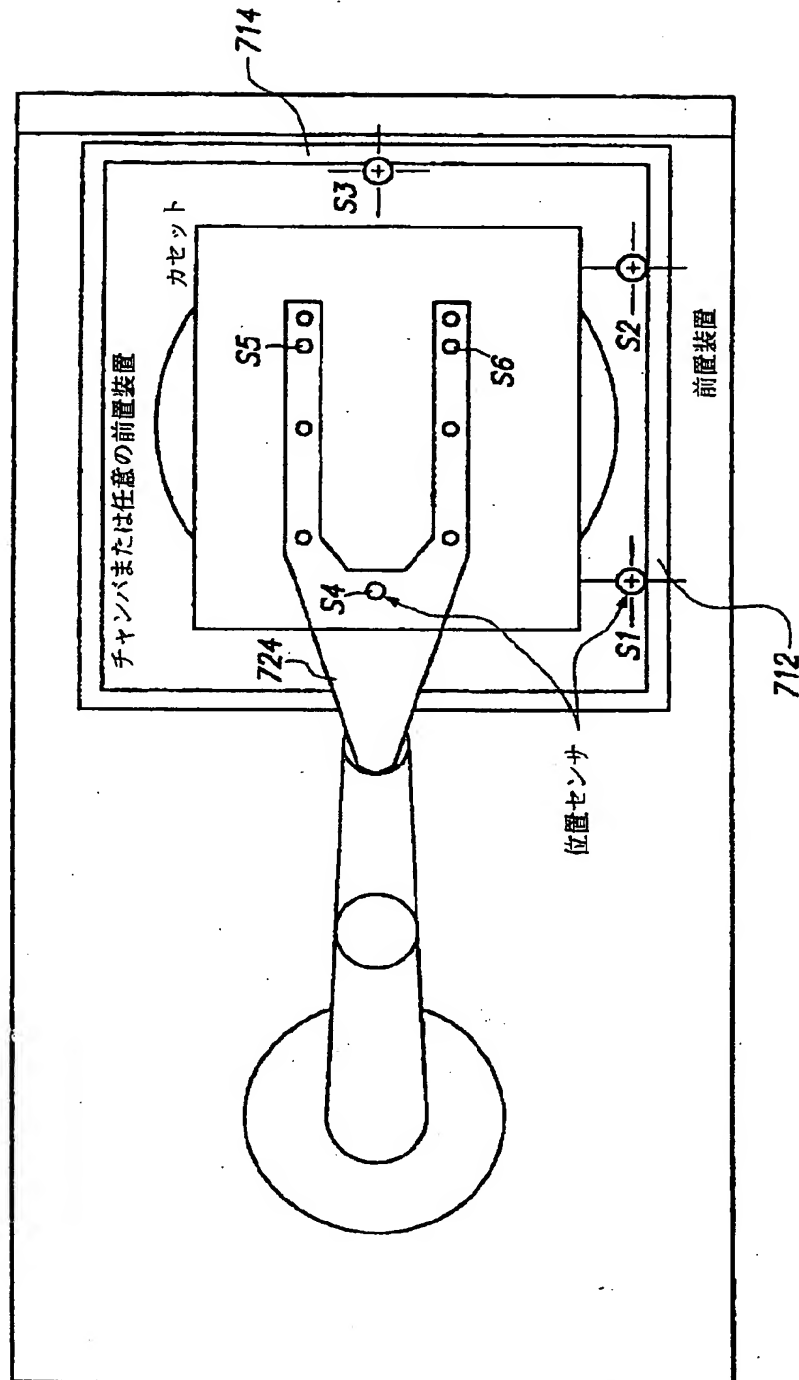
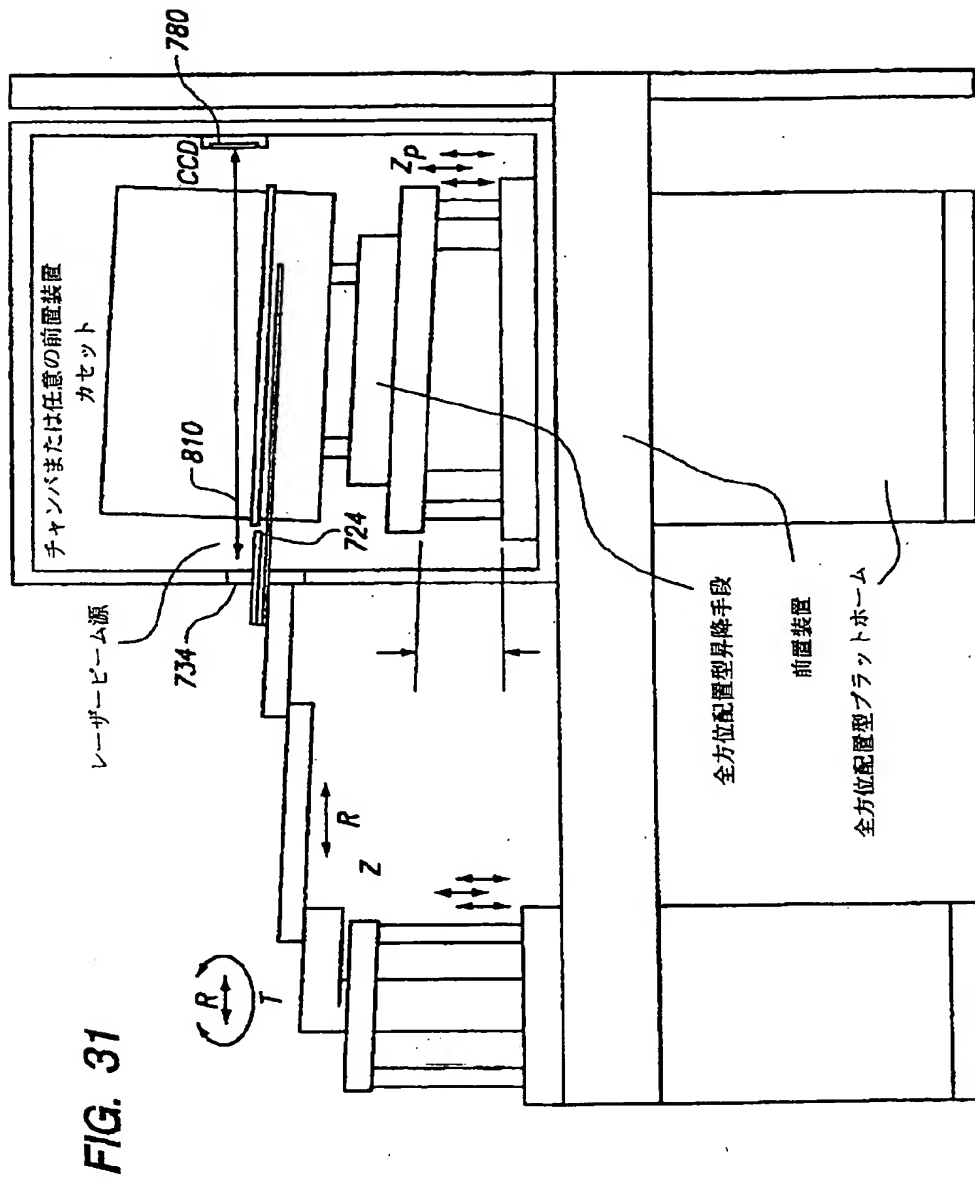


FIG. 30

【図31】



【図32】

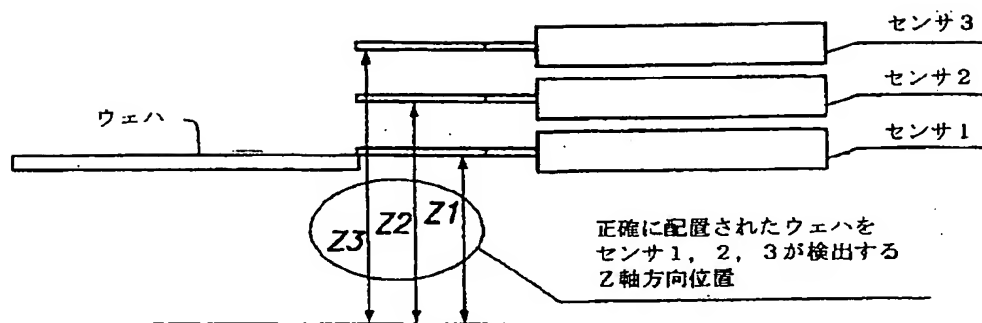


FIG. 32

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US98/12239		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : G01N 21/86 US CL : 414/331 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 414/331, 416, 936, 937, 938, 939, 941; 901/30, 46, 47 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	US 5,783,834 A (SHATAS) 21 JULY 1998, SEE ENTIRE DISCLOSURE	1-8		
A	US 5,626,456 A (NISHI) 6 MAY 1997, SEE ENTIRE DISCLOSURE	NONE		
A	US 5,833,288 A (ITASAKA) 10 NOVEMBER 1998, SEE ENTIRE DISCLOSURE	NONE		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.				
<table border="0"> <tr> <td> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 23 FEBRUARY 1999		Date of mailing of the international search report 11 MAR 1999		
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer KAREN YOUNG Telephone No. (703) 308-1113		

フロントページの続き

- (72)発明者 エンチョ・イヴァノフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94087・サニーヴェール・イー・フリーモ
ント・アベニュー・#27・815
- (72)発明者 ルーメン・ボテフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94086・サニーヴェール・イー・ワシント
ン・アベニュー・#2014・555
- (72)発明者 ウラジミール・ミカイロフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94086・サニーヴェール・イー・ワシント
ン・アベニュー・#2007・555
- (72)発明者 ルボ・コストフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94086・サニーヴェール・ウェイヴァリ
ー・ストリート・252
- (72)発明者 ズラトコ・ソティロフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
94087・サニーヴェール・イー・フリーモ
ント・アベニュー・#65・815
- (72)発明者 ユージン・ボネフ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・
95050・サンタ・クララ・モンロー・スト
リート・#319・2250